LUNGENSZINTIGRAMM - LUNGENFUNKTIONS-PRÜFUNG

Korrelation und Aussagekraft bei vier Gruppen von Lungenerkrankungen

Karlheinz Engels

1972

Dissertationsdruck- und Verlagsanstalt
Werner Blasaditsch · 89 Augsburg · Theodor-Heuß-Platz 3 · Tel. (0821) 25563

Aus der II. Medizinischen Klinik der Universität
München

Direktor: Prof. Dr. E. Buchborn

LUNGENSZINTIGRAMM - LUNGENFUNKTIONSPRÜFUNG

Korrelation und Aussagekraft bei vier Gruppen von Lungenerkrankungen

Inaugural - Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin
verfaßt und einer Hohen Medizinischen Fakultät der
Ludwig - Maximilians - Universität München

vorgelegt von

Karlheinz Engels
aus Göggingen

München 1971

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der

Universität München

Berichterstatter:	Prof. Dr. G. Fruhmann
Mitberichterstatter:	Prof. Dr. E. Buchborn
Dekan:	Prof. Dr. W. Spann

Tag der mündlichen Prüfung: 25.1.1972

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Meinem Vater, Dr. Anton Eisele,

in Dankbarkeit

gewidmet.

Die Untersuchungen zur vorliegenden Arbeit wurden vom Mai 1967 bis Juli 1970 in der Röntgenabteilung der II. Medizinischen Klinik der Universität München durchgeführt.

Meinem Doktorvater, Herrn Dr. J. Klemm, akademischer Oberrat und Leiter der Röntgenabteilung der II. Medizinischen Klinik der Universität München, danke ich für die Themastellung, die Möglichkeit der Durchführung meiner Untersuchungen und ganz besonders für die ständige, bereitwillige Hilfe während meiner Arbeit.

Für die wertvollen Befunde aus den Lungenfunktionsprüfungen, die meiner Arbeit zum Teil als Grundlage dienen, darf ich Herrn Prof. Dr. G. Fruhmann meinen besonderen Dank aussprechen.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41546015_0056

INHALTSVERZEICHNIS

1	EINLEITUNG	1
1.1	Fragestellung der Arbeit	2
2	UNTERSUCHUNGEN	3
2.1	Lungenszintigraphie	3
2.1.1	Methodik	3
2.1.1.1	Historik	3
2.1.1.2	Isotopen	3
2.1.1.3	Apparate	6
2.1.1.4	Untersuchungstechnik	11
2.1.1.5	Belastung und Risiko für den Patienten	14
2.1.1.6	Befundeinteilung - Deutungsschema	15
2.2	Lungenfunktionsprüfung	16
2.2.1	Methodik	16
2.2.1.1	Historik	16
2.2.1.2	Meßbare Komponenten; Einteilung der LFP	17
2.2.1.3	Begriffsbestimmungen und Normwerte	18
2.2.1.4	Apparate und Untersuchungstechniken	22
2.2.1.5	Belastung für den Patienten	27
2.2.1.6	Befundeinteilung	27
3	PATIENTENKOLLEKTIV	28
3.1	Untersuchte Patienten	28
3.2	Gruppeneinteilung auf Grund der klinischen Diagnosen	29
3.2.1	Spezifische Prozesse	29
3.2.2	Bronchialcarcinom u.a. Tumoren	29

3.2.3	Lungenembolien	30
3.2.4	Cor pulmonale, pulmonaler Hochdruck und Herzvitien	30
3.2.5	Diagnoseunabhängige Vergleichsgruppe	30
3.2.6	Einteilungsmodus nach Haupt- und Nebendiagnose	30
4	PATHOLOGISCHE STUFEN DER UNTERSUCHUNGSBEFUNDE	31
4.1	Lungenszintigramm	31
4.2	Lungenfunktionsprüfung	31
5	UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE	32
5.1	Vergleich der pathologischen Grade (0-4) zwischen Lungenszintigramm und LFP	32
5.1.1	Säulengraphik	33
5.1.2	Korrelationsmöglichkeiten	34
5.1.3	Punktwolkengraphik	35
5.2	Vergleich zwischen pathologischem Grad der LFP und dem Faktor ß des Szintigramms; ß bedeutet das Produkt aus pathologischem und räumlichem Ausmaß der Veränderungen.	36
5.2.1	Säulengraphik	37
5.2.2	Korrelationsmöglichkeiten	38
5.2.3	Punktwolkengraphik	39
5.3	Einzelvergleich für die patholog. Grade der Gruppe: Spezifische Prozesse	40
5.3.1	Säulengraphik	40

5.3.2	Korrelationsmöglichkeiten	41
5.4	Einzelvergleich für die patholog. Grade der Gruppe: Bronchialcarcinom u.a. Tum.	42
5.4.1	Säulengraphik	42
5.4.2	Korrelationsmöglichkeiten	43
5.5	Einzelvergleich für die pathologischen Grade der Gruppe: Lungenembolien	43
5.5.1	Säulengraphik	43
5.5.2	Korrelationsmöglichkeiten	44
5.6	Einzelvergleich für die pathologischen Grade der Gruppe: Cor pulmonale, pulmonaler Hochdruck und Herzvitien	45
5.6.1	Säulengraphik	46
5.6.2	Korrelationsmöglichkeiten	46
5.7	Vergleich zweier unabhängiger Durchschnitte	47
5.7.1	Differenzpaare	47
5.7.2	Berechnungsblatt für den Vergleich zweier unabhängiger Durchschnitte	47
5.7.3	Zwischenergebnisse für den Vergleich zweier unabhängiger Durchschnitte	49
5.7.4	Untersuchungsergebnisse des F- Testes und des t- Testes	49
5.7.5	Gegenüberstellung der Signifikanzen aus den Ergebnissen von 5.7.4	51
6	DISKUSSION	52
6.1	Diskussion der Untersuchungstechniken und der Durchführbarkeit von	52
6.1.1	Lungenszintigrammen	52

6.1.2	Lungenfunktionsprüfungen	52
6.2	Diskussion über eventuelle Schädigung oder Belastung für den Patienten bei	53
6.2.1	Lungenszintigrammen	53
6.2.2	Lungenfunktionsprüfungen	54
6.3	Diskussion der Untersuchungsergebnisse	55
6.3.1	Diskussion des Vergleiches der pathologischen Grade (0-4) zwischen Lungenszintigramm und Lungenfunktionsprüfung	55
6.3.2	Diskussion des Vergleiches zwischen pathologischem Grad der LFP und dem Faktor ß des Lungenszintigramms	57
6.3.3	Diskussion des Einzelvergleiches für die pathologischen Grade der Gruppe " Spezifische Prozesse " zwischen Szintigramm und LFP	58
6.3.4	Diskussion des Einzelvergleiches für die pathologischen Grade der Gruppe " Bronchialcarcinom u.a. Tumoren " zwischen Szintigramm und Lungenfunktionsprüfung	59
6.3.5	Diskussion des Einzelvergleiches für die pathologischen Grade der Gruppe " Lungenembolien " zwischen Lungenszintigramm und LFP	60
6.3.6	Diskussion des Einzelvergleiches für die pathologischen Grade der Gruppe " Cor pulmonale, pulmonaler Hochdruck, Herzvitien " zwischen Lungenszintigramm und LFP	62
6.3.7	Diskussion des Vergleiches zweier unabhängiger Durchschnitte	63

7	SCHLUSSFOLGERUNGEN DER DISKUSSIONEN	64
7.1	Schlußfolgerung aus den beiden diagnoseunabhängigen Vergleichen (5.1 und 5.2)	64
7.2	Schlußfolgerung der Einzelvergleiche von vier Gruppen von Lungenerkrankungen	64
7.3	Schlußfolgerung aus dem Vergleich zweier unabhängiger Durchschnitte	66
8	ZUSAMMENFASSUNG	67
9	LITERATURNACHWEIS	69
10	LEBENSLAUF	73

1 EINLEITUNG

Untersuchungsmöglichkeiten bei Lungenerkrankungen

Um die Vielzahl der verschiedenen Lungenerkrankungen diagnostisch und damit auch therapeutisch besser in den Griff zu bekommen, wurden im Laufe der letzten Jahrzehnte zahlreiche Untersuchungsverfahren entwikkelt und verfeinert. Nach wie vor an erster Stelle steht die klinische Auskultation und Perkussion. Dieser Untersuchung ist im Vergleich zu dem Zeit- und Materialaufwand eine sehr große diagnostische Aussagekraft zuzuschreiben. Die völlige Unabhängigkeit von großen und zum Teil komplizierten Apparaten ist speziell außerhalb einer Klinik sowie bei allen akuten Situationen von Bedeutung. Die Feststellung, bzw. die Beurteilung von Lungengrenzen, Atemverschieblichkeit, Atemgeräuschen, Infiltrationen oder Schwarten trägt in erster Linie zur Diagnostik und damit zur Indikation weiterer Untersuchungen bei (H o l l d a c k) (13). Von enormer Wichtigkeit ist heute ferner die normale Röntgenaufnahme des Thorax, die - seit rund 50 Jahren in Gebrauch - zur täglichen Routine geworden ist; sie gehört zu den einfachsten, billigsten und schnellsten Untersuchungsmethoden in der Medizin. Zeichnungsmuster, Durchblutung und Grenzen des Lungengewebes können in wenigen Minuten optisch dargestellt werden, Infiltrationen und raumfordernde Prozesse (untere Darstellungsgrenze: 2-3 cm) lassen sich meist deutlich erkennen. Veränderungen von pathologischen Befunden kommen bei Wiederholung der entsprechenden Aufnahmen gut zum Vor-

schein. Die Strahlenbelastung ist bis auf ganz wenige Ausnahmen als ungefährlich anzusehen. Die beiden letzten Jahrzehnte ließen nun einige weitere Verfahren heranreifen, die zu einer schnelleren und sichereren Diagnostik wesentlich beitragen. Erwähnt seien die Herzkatheteruntersuchungen, die beim Menschen erstmalig 1929 von F o r s s m a n n (2) durchgeführt wurde und bei denen in erster Linie Strömungs- und Druckgrößen im kleinen Kreislauf sowie Kurzschlüsse zwischen großem und kleinem Kreislauf erfaßt werden. Ferner sind die Lungenszintigraphie und die Lungenfunktionsprüfung zu nennen.

1.1 Lungenszintigramm - Lungenfunktionsprüfung: Spezielle Fragestellung nach der Korrelation und Aussagekraft bei vier Gruppen von Lungenerkrankungen

Diese beiden Untersuchungsmöglichkeiten werden nun in der folgenden Arbeit einander gegenübergestellt werden. Die Frage nach dem jeweiligen Wert und nach der entsprechenden Aussagekraft bei vier Gruppen von Lungenerkrankungen - nämlich: Spezifische Prozesse, Bronchialcarcinom und andere Tumoren, Lungenembolien und als letzte Gruppe: Cor pulmonale, pulmonaler Hochdruck und Herzvitien - soll mit Befundergebnissen von 176 Patienten dargelegt und erörtert werden.

2 UNTERSUCHUNGEN

2.1 Lungenszintigraphie:

Unter Szintigraphie verstehen wir " die zweidimensionale, also flächenhafte, zugleich intensitätsproportionale Abbildung von einer räumlich vorhandenen und unterschiedlich verteilten Radioaktivitätsmenge, die in den Körper eines Menschen inkorporiert ist ". Definition nach H. O e s e r (20).

2.1.1 Methodik

2.1.1.1 Historik: (nach Schlungbaum) (22)

1947 M ü l l e r und R o s s i e r (19) Applikation von Radiogold-Holzkohlepartikel

1958 E r n s t, I g l a u e r u.a.: Mit dem Müller'schen Verfahren sollen sich Veränderungen der Lungendurchblutung nachweisen lassen.

1962 G i b e l und M a t t h e s u.a.: Lokalisation von Lungenembolien

1964 T a p l i n u.a.: Herstellung von 131-J-markiertem Humanalbumin

1965 E r n s t, B r ä u e r u.a.: Früherkennung des Bronchialcarcinoms.

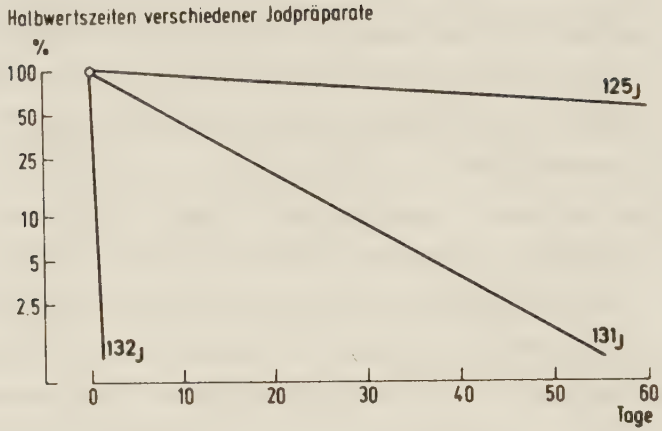
2.1.1.2 Isotopen

Wir bezeichnen mit diesem Namen Stoffe, die sich in chemischer Hinsicht völlig gleichen, aber durch verschiedene Atomgewichte voneinander unterscheiden. Für medizinische, biologische und technologische Untersuchungen sind die Isotopen in den letzten Jahren immer mehr in Gebrauch gekommen, weil sie bei Veränder-

ung der Neutronenzahl über das stabile Verhältnis hinaus radioaktiv (instabil) sind. Mit den entsprechenden Apparaten läßt sich nun die emittierte Strahlung der inkorporierten Isotopen durch äußere Messung verfolgen. So wird die Darstellung verschiedener Organe und ihrer Funktion in einzelnen Phasen ermöglicht, da der Körper das Radionuklid wie das Element selbst behandelt. Wir können die Resorption, Metabolismus und Elimination von radioaktiven Ionen, Makromolekülen oder korpuskulären Teilchen verfolgen. Die verschiedenen Isotopen zeigen zu einzelnen Organen oder Geweben eine besondere Affinität. Die Schwierigkeit der Beurteilung läuft hierzu proportional. Da wir bei der Untersuchung der Lunge und ihrer Funktion kein charakteristisches Stoffwechselprodukt vorfinden, wurden zwei andere Untersuchungsverfahren entwickelt und verfeinert: Die PERFUSIONS-Szintigraphie und die INHALATIONS-Szintigraphie. Letzere ermöglicht eine topographische und funktionelle Darstellung der Lunge durch Einatmen radioaktiver Gase. Am häufigsten sind Sauerstoff (^{15}O), Kohlenstoff (^{14}C), Stickstoff (^{13}N) und Edelgase in Gebrauch. Bei der ersteren finden folgende radioaktive Partikel Verwendung: 131-J-markiertes makroaggregiertes Humanalbumin (131-J-MAA), ferner das kurzlebige Technitium 99m (99m-Tc) zur Markierung von Albumin oder Eisenhydroxydpartikeln, weiter Indium 113m (E m r i c h) (11). Die Untersuchungen bei der vorliegenden Arbeit wurden mit 131-J-MAA durchgeführt; dieses Isotop sei daher noch näher beschrie-

ben. Der radioaktive Partikel besteht aus zwei Teilen, dem Radionuklid und dem Trägerteilchen. In früheren Versuchen wurde z.B. Radiogold an Aktivkohle gebunden; auch Keramikteilchen wurden als Trägerstoffe verwendet. Durch das relativ lange Festhaften im Kapillarbett der Lunge entstand eine unnötig hohe Strahlenbelastung, die mit der Entwicklung von resorbierbaren Trägersubstanzen vermieden werden konnte. Dafür kamen in Frage: Stärkekörner und nun in jünster Zeit vorwiegend denaturiertes Humanalbumin. Das Prinzip des Herstellungsverfahrens von 131-J-MAA wurde bereits 1964 von J. T a p l i n und Mitarbeitern entwickelt (25). Heute verwenden wir hitzebehandelte (75°, 20 min.) Partikel, die in physiologischer, pyrogenfreier Kochsalzlösung mit einem pH-Wert von 5,7 aufbewahrt werden. Die Größe dieser aus einer mit 131-J markierten Humanalbuminlösung gewonnenen Teilchen liegt im Bereich von 5 - 60 µ. Bis zu 90 % der injizierten Partikel werden im ersten Durchlauf im kleinen Kreislauf fixiert; ca. jede 1000. Kapillare wird vorübergehend "embolisiert". Nach wenigen Stunden bereits beginnt der mechanische und fermentative Abbau der Partikel. Eine wesentliche Rolle spielt dabei das RES. Bei dem radioaktiven Anteil der Partikel interessieren besonders die Strahlungsart und die physikalische Halbwertszeit; unter letzterer verstehen wir den Zeitraum, in dem von einer vorgegebenen Menge eines Radionuklids die Hälfte der Atome zerfallen sind. Bei 131-J beträgt die physikalische Halbwertszeit 8,05 Tage. Infolge dieser Größe ändert sich bei gleichbleibender Dosierung die

Injektionsmenge täglich.



(Die logarithmische Ordinate ist zu beachten !)

Abbildung Nr. 1

An Strahlungsenergie interessiert noch die ß- Strahlung von 0,61, 0,33 u.a. MeV bzw. die γ- Strahlung von 0,36, 0,64 u.a. MeV (nach G r a u l und K u n i)(12). Da γ- Strahlen von außen den Körper gefährden, ß-Strahlen jedoch bei Inkorporierung, so war man gezwungen, für verschiedene Schwierigkeiten wie Strahlenbelastung, Halbwertszeit, Herstellungskosten und Lagermöglichkeiten die beste Kompromißlösung zu finden. 131-J-MAA kann als solche bezeichnet werden. (z.T. nach B e i e r) (3)

2.1.1.3 Apparate:

Die Lungenszintigraphie läßt sich technisch in drei Schritte aufgliedern: Impulsaufnahme und Impulsverstärk-

ung, ferner die Impulsverarbeitung sowie die Impulsdarstellung. Die ausführlichen Arbeiten von E.H. G r a u l und H. O e s e r (20) sollen hier teilweise wiedergegeben werden: Gammastrahlen lassen sich sehr gut mit dem Szintillationskristall messen; in dem mit Thallium aktivierten Natriumjodid übertragen Gammaquanten ihre Energie auf Sekundärelektronen. Bei der Übertragung unterscheiden wir den Compton- und den Photoeffekt. Bei dem ersteren wird ein Gammaquant an einem Elektron gestreut, überträgt eine gewisse Rückstoßenergie und fliegt energieärmer weiter. Der Photoeffekt besteht in einer einmaligen, fast vollständigen Energieabgabe an das Sekundärelektron. Diese nun regen energieproportional in dem Szintillationskristall die Emission von Licht an. Die Kristalle werden mit einer Oberfläche auf die Photokathode eines Sekundärelektronenvervielfachers montiert. Das Licht setzt in der Photokathode Elektronen frei, deren Zahl der Lichtmenge proportional ist. Diese Elektronen werden in einer Kaskade von Spannungsfeldern zwischen Hilfselektroden so beschleunigt, daß sie beim Aufprall auf die Hilfselektrode jeweils die 3- bis 4-fache Menge von Elektronen auslösen. Ihre Zahl wird über millionenfach vermehrt, so daß am Ausgang des Vervielfachers gut meßbare Spannungsimpulse auftreten.
Bei der Impulsverarbeitung ermöglichen Verstärkerschaltungen, Impulse einer ganz bestimmten Größe selektiv auszuwählen und so die für verschiedene Radionuklide charakteristischen Energien getrennt zu messen. Ferner müssen der Nulleffekt und die Backgroundstrahlung für

eine exakte Strahlungsmessung beachtet werden. Unter Nulleffekt verstehen wir die Impulse, die auch ohne radioaktive Probe von einem Kernstrahlungsmeßgerät registriert werden. Ursache dafür sind Umgebungsstrahlung, natürliche radioaktive Isotope, kosmische Höhenstrahlung u.ä.. Da sich auch mit sorgfältiger Bleiabschirmung diese Impulse nicht vermeiden lassen, muß dieser Nulleffekt von jeder Probenmessung abgezogen werden; er unterscheidet sich jedoch auch spektral vom Meßeffekt. Ein Impulshöhenanalysator macht die Meßapparatur nur für das spektrale Intervall des verwendeten Radionuklids empfindlich, jedoch unempfindlich für alle anderen Energiebereiche der Gammastrahlen. Die Backgroundstrahlung wird vorwiegend durch kreisende Radionuklide in Blut- und Lymphbahnen verursacht. Sie ist besonders stark bei der Aufzeichnung schwach speichernder Gewebe. Bei erhöhtem Strahlungsgrundpegel nun bieten sich die sogenannten Cut - Off - Schaltungen an, bei denen Impulsraten unter einer bestimmten Frequenzschwelle abgeschnitten werden und nicht zur Darstellung kommen. Dieses Prinzip finden wir bei der nicht linearen Szintigraphie. (Im Gegensatz dazu die lineare Szintigraphie: hier ist das umgebende Gewebe fast aktivitätsfrei.) Durch die Unterdrückung einer bestimmten Impulsrate verkleinert sich das Informationsintervall. Bei der Impulsdarstellung fehlen Übergangszonen, die Differenzierung der Gewebsbezirke wird erschwert. Mittels Intervalldehnung können mangelnde Kontraste bei hohem Background-Cut-Off behoben werden. Hierdurch läßt sich das ober-

halb des Gewebspegels liegende Impulsratenintervall dem vollen Informationsintervall zuordnen. Um nun die Vielzahl der registrierbaren Impulse optisch relativ deutlich darstellen zu können, wird je nach Dichte der Strahlung nur jeder zweite oder vierte oder achte usw. Impuls aufgezeichnet. Informationsverlust steht optisch besserer Aussagemöglichkeit gegenüber. Das technische Prinzip ist folgendes: Nur die Impulse werden registriert, deren zeitlicher Abstand von dem vorherigen Impuls größer als eine einstellbare Zeitspanne ist. Von Wichtigkeit ist ferner das Zeitauflösungsvermögen des Schreibrelais; bei zu hohen Registriergeschwindigkeiten können Speichermaxima übersehen werden, zu niedrige heben kleine Impulsraten fälschlich hervor.

Gegenüber Untersuchungen mit radioaktiven Gasen, die Aktivitätsverläufe messen, bzw. Serienscanns möglich machen, bieten die Untersuchungen mit radioaktiv markierten Partikeln die Möglichkeit eines langsameren Abtastens der Aktivitätsverteilung über den Lungen. Wir werden über die Perfusion des kleinen Kreislaufes in topographischer und semiquantitativer Hinsicht informiert und haben das Bild einer Mikroembolisation der Lungen vor Augen. Zur Impulsdarstellung bieten sich heute folgende gängige Verfahren an:

Die Strichszintigraphie:

Das zu untersuchende Gewebe läßt sich in eine Ebene projeziert in viele Einzelareale aufteilen, die mit Hilfe fokusierender Kollimatoren einen Durchmesser von nur ca. 10 mm aufweisen. Aus technischen Gründen ist es nicht

möglich, das gesamte Organ in einem Meßvorgang darzustellen. Das mäanderförmige Abtasten erwies sich als technisch einfach und in informativer Hinsicht als wirklichkeitsnah. Ein elektromagnetisch gekoppeltes Registriersystem zeichnet senkrechte Striche im Szintigramm auf, deren Dichte proportional zur jeweiligen Impulsrate ist. Der Zeilenabstand soll ziemlich gering gehalten werden, um den bildhaften Eindruck möglichst genau wiederzugeben; die Größe des darzustellenden Organs und die zur Verfügung stehende Untersuchungszeit muß mit in Einklang gebracht werden. Da diese einfarbige, strichförmige Abbildung für das Auge hinsichtlich Kontouren und geringe Aktivitätsdifferenzen schwer zu erkennen ist, war die Entwicklung der Farbszintigraphie technisch ein wesentlicher Fortschritt. M a l l a r d, P e a c h y und Mitarbeiter (15,16) waren bei dieser Entwicklung maßgeblich beteiligt. Bei dem Colorszintigramm nun wird die gesamte Impulsskala je nach Hersteller in ca. sieben verschiedene Stufen eingeteilt und jede Stufe einer bestimmten Farbe zugeordnet; die Reihenfolge der Farben auf dem Farbband entspricht also einer steigenden Impulsrate von 0 - 100 %. Die Farbreihenfolge soll möglichst gute Kontraste bieten, etwa: weiß, braun, grün, blau, gelb, hellrot und dunkelrot. Das Farbband wird von einem Ratemeter gesteuert.

Die Photoszintigraphie (4):

Mittels des Photoscann's, das mit dem Farbscan gleichzeitig durchgeführt werden kann, konnte das Informationsintervall praktisch stufenlos dargestellt werden. Eine

Glimm- oder Glühlampe ersetzt den Strichdrucker; die verschiedenen Impulsraten werden durch verschieden lange, bzw. starke Lichtblitze übertragen, die so einen Röntgenfilm unterschiedlich belichten. Die fehlenden Markierungspunkte müssen zur topographischen Orientierung nachträglich in das Szintigramm eingezeichnet werden. Durch Projezierung derselben von Farb- oder Strichscan auf das Photoscan läßt sich die Aktivitätsverteilung relativ genau lokalisieren. Die Kombination von Farb- und Photoscan in einem Arbeitsgang bietet bei der diagnostischen Auswertung ganz erhebliche Vorteile. Beim Auflösungsvermögen des Scanners muß noch beachtet werden, daß nur Aktivitätsdifferenzen von rund 10 % des Impulsmaximums registriert werden können. Den Nachteil der zweidimmensionalden Darstellung muß man bei der Auswertung ebenfalls beachten. Die Halbwertsschicht des Organgewebes beeinflussen das Meßergebnis ebenso wie beispielsweise Strahlungsherde, die übereinander liegen. Fokussierende Mehrkanalkollimatoren verbessern in besonderem Maße das Auflösungsvermögen, vor allem durch den wachsenden Konvergenzwinkel zur Mittelachse.

2.1.1.4 Untersuchungstechnik:

Die Szintigramme, die der vorliegenden Arbeit als Grundlage dienen, wurden mit dem handelsüblichen Präparat von Hoechst, 131-J-Humanalbumin, durchgeführt. Die Injektionsdosis betrug jeweils ca. 100 µCi, wobei die Flüssigkeitsmenge entsprechend der radioaktiven Abklingquote täglich neu berechnet werden muß. Wenige Minuten nach der intravenösen Injektion kann mit der

Aufzeichnung begonnen werden, eine sechs bis acht Stunden später durchgeführten Darstellung bietet jedoch fast dasselbe Bild. Wenn eine topographische Aktivitätsordnung durch eine gleichzeitige Röntgenaufnahme nicht möglich ist, werden verschiedene anatomische Punkte besonders gekennzeichnet, so die Sternoclaviculargelenke, das Sternum, die Mamillen bei männlichen Patienten, die Rippenbögen in der Mamillarlinie sowie links und rechts die Thoraxränder. Der Patient liegt auf dem Rücken und darf die einmal eingenommene Lage während der Aufzeichnung des Szintigramms nicht mehr verändern. Das mäanderförmige Abtasten mittels des Meßkopfes geht von caudal nach cranial vor sich und dauert circa 30 Minuten. Die Einstellung des Scanners erfolgt zunächst nach der speziellen Strahlung des verwendeten Radionuklids. 131-J hat ein "Energiefenster" von 320 KeV (lower level) bis 420 KeV (upper level) - sodann nach dem Strahlungsmaximum, das bei gleicher Applikationsmenge aus physiologischen oder pathologischen Gründen immer schwankt. Es beträgt bei einer Dosis von 100 µCi zwischen 5000 bis 12000 Impulsen pro Minute und liegt normalerweise über dem rechten Lungenhilus. Je nach Impulsmaximum verwenden wir einerseits - wie schon oben erwähnt - verschiedene Dot - Faktoren, nur jeder 4., 8. oder 16. Impuls (usw.) wird registriert, andererseits steht eine Scan-Speed (Ablaufgeschwindigkeit) von ca. 80-120 cm/min zur Wahl. Eine Zeilenverschleppung nach links bzw. nach rechts wird mit einer niedrigen Zeitkonstan-

ten von 0,04 bis 0,01 sec. verhindert. Zur Ausschaltung der Hintergrundstrahlung genügt eine Background-Cut-Off-Einstellung von 5-10 % der Gesamtstrahlung. Die bildhafte Darstellung wird mit einem Zeilenabstand von 3-4 mm gut gewahrt; ferner soll das Rangdifferential, die Spanne zwischen Impulsmaximum und Minimum, möglichst groß gehalten werden, in Prozent der Höchstimpulsrate der Meßskala ausgedrückt ca. 90 %. Das Impulsmaximum wird der Farbstufe dunkelrot - also 100 % - zugeordnet, so daß die beiden am besten durchbluteten Lungenpartien als dunkelrote Flächen imponieren. Der Aktivitätsverlust infolge relativer Minderdurchblutung gegenüber den Kernen läßt eine verschiedenfarbige, schalenähnliche Aufzeichnung entstehen, bei der das Mediastinum und das Herz ausgespart bleiben. Das Photoscan zeigt strahlungsproportional schwarze, also belichtete, Kerne und dunkelgraue bis unbelichtete Randpartien. Jede Art von Durchblutungsstörungen der Lunge zieht eine Verteilungsänderung der Albuminpartikel nach sich. Da verschiedene Krankheitsbilder die gleiche pathologische Aktivitätsdarstellung aufweisen können, ist eine genaue Diagnostik nur sehr schwer möglich. Wir werden in erster Linie über die momentane Hämodynamik sowie über Lage, Grad und Ausmaß von Speicherungsdefekten informiert.
Für die Aufnahmetechniken bei Injektionen in Seitenlage bzw. im Stehen sei auf die ausführlichen Arbeiten von L. E d g a r (10) bzw. von D.E. T o w (27) hingewiesen. Die räumlich verschiedene Fixation der radioaktiven Partikel unter Beachtung der Schwerkraft sowie

teilweise bessere Darstellung einzelner Lungenabschnitte (linker unterer Lungenlappen, zwerchfellnahe Partien) sind die wichtigsten Punkte. Die ventro-dorsalen Aufnahmen zeigen im allgemeinen den besten Überblick, andere Techniken sind zusätzlich manchmal von bedeutendem Wert.

2.1.1.5 Belastung und Risiko für den Patienten:
Wie bei jeder Untersuchungsmethode muß auch vor der Durchführung eines Lungenszintigramms die momentane oder dauernde Belastung bzw. Schädigung für den Patienten dem wirklichen Nutzen - Beitrag zur Diagnosesicherung - gegenübergestellt werden. So beträgt bei einer intravenösen Applikation von 300 µCi einer 131-J-MAA-Suspension die Strahlenbelastung für die Lungen ca. 2 rad, für die Gonaden etwa 0,1 - 0,4 rad und für den ganzen Körper 0,01 - 0,1 rad. Die wesentlich kürzere effektive Halbwertszeit des Radionuklids gegenüber der physikalischen ist bei diesen Werten berücksichtigt. Unsere Dosierung von 100 µCi vermindert zusätzlich die Strahlenbelastung, die dann etwa der einer Röntgenaufnahme gleichzusetzen ist. Für schwangere Patientinnen gilt wie auch für Röntgenaufnahmen eine besonders strenge Indikation. Antigene Eigenschaften des 131-J-MAA und damit allergische Reaktionen konnten bisher nicht nachgewiesen werden, da außer radioaktiven Jodatomen kein stabiles Jod injiziert wird (K r ü g e r, E r n s t) (14). Gegenüber dem denaturierten Humanalbumin als Trägersubstanz zeigt der Organismus keine Unverträg-

lichkeitsreaktionen. Gedanken an künstlich gesetzte Embolien müssen ebenfalls zurückgewiesen werden, da nur ca. jede 1000. Kapillare vorübergehend "embolisiert" wird und da die Partikelgröße von 5 - 60 µ keineswegs dern kritischen Durchmesser von 250 µ erreicht. Die Anzahl von Patienten, bei der aus klinischen Gründen ein Szintigramm nicht durchgeführt werden kann, läßt sich nur schwer exakt bestimmen. Wahrscheinlich wird der Prozentsatz der Patienten, die wie bei unseren Untersuchungen nicht 30 Minuten auf dem Rücken liegen können, die Zahl 10 nicht überschreiten. Hochgradige Ruhedyspnoe oder Verletzungen können Ursache dafür sein. Zusammenfassend können wir wie auch H.N. W a g n e r, J. K r ü g e r und H. E r n s t (27,14) keine Gefährdung für den Patienten durch die Untersuchungsmethode feststellen. Die Belastung ist bis auf ganz wenige Ausnahmen zumutbar.

2.1.1.6 Befundeinteilung - Deutungsschema

Die Deutung von Partikelfixationsstörungen im Lungenszintigramm wird durch folgende schematische Tabelle wesentlich erleichtert:

Lokalisation:	rechts, links OG, MG, UG zentral, peripher
Ausdehnung:	umschrieben, segmental, lobär, einseitig, beiderseitig
Grad:	angedeutet, leicht, deutlich, weitgehend, total

Tabelle Nr. 1

2.2 Lungenfunktionsprüfung:

Wie der Name es sagt, dient diese Untersuchung der Funktion der Lunge. Einzelne respiratorische Vorgänge, wie Ventilation, Gasaustausch, Zirkulation und Belastbarkeit des Patienten, können qualitativ und quantitativ erfaßt werden, wenn die Atmung des Patienten in einem geschlossenen System genau kontrollierbar ist.

2.2.1 Methodik:

2.2.1.1 Historik: (26)(1)(A n t h o n y)

1800 ca. Messungen des Residualvolumens der Lunge mit Wasserstoff durch D a v y

1846 H u t c h i n s o n : Bestimmung des maximal inspiratorischen und exspiratorischen Fassungsvermögens der Lunge mit Hilfe eines Spirometers (Vitalkapazität)

1912 H ü r t e r : Blutgasanalysen durch in größerem Umfang angewandte Arterienpunktion

1919 S t a d i e verfeinert und verbreitet die Methoden Hürter's

1929 K n i p p i n g kombinierte die Spirographie mit der Ergometrie und führte die Methode als Ergospirographie ein

1933 H e r m a n n s e n : Einführung des Volumenzeitwertes; J a k o b a e u s und F r e n k n e r : Bronchospirographie

1953 K n i p p i n g : regionale Ventilationsanalyse.

2.2.1.2 Meßbare Komponenten:

Die wichtigsten Komponenten, die bei einer Lungenfunktionsprüfung gemessen werden können, sind folgende:

Die Lungenvolumina;

Die Volumina und die Verteilung der Lungenventilation;

Drücke, Strömungsvolumen und Widerstände im Lungenkreislauf und die Gleichmäßigkeit der Verteilung der Durchblutung;

Die alveolokapilläre Diffusion;

Der Effekt des Gasaustausches in der Lunge, also die O_2 und CO_2- Werte sowie der pH - Wert;

Die mechanischen Eigenschaften der Lunge und des Thorax, zusammen und getrennt gemessen. (C o m r o e)(7)

Allgemein können wir die Lungenfunktionsprüfung einteilen in SPIROMETRIE, eine Methode, die sich in der Praxis wegen ihrer Einfachheit in der Ausführung, sowie Kontrollierbarkeit und Reproduzierbarkeit der Befunde am meisten durchgesetzt hat; ferner in SPIROGRAPHIE: langdauernde Atemkurven lassen sich registrieren, Ventilation und respiratorischer Gaswechsel können erfaßt werden. Ein- und Ausatmungsstrom werden durch Ventile gerichtet, Absorber befreien die Ausatmungsluft von CO_2. Drittens teilen wir ein in ERGOSPIROGRAPHIE. Im Jahre 1929 kombinierte K n i p p i n g die Spirographie mit der Ergometrie. Durch diese Kombinationsmethode wird eine exakte Beurteilung der Leistungsfähigkeit von Lunge, Herz und Kreislaufsystem ermöglicht.

2.2.1.3 Begriffsbestimmungen und Normwerte von Meßgrößen bei der Lungenfunktionsprüfung

Zum besseren Verständnis des folgenden Kapitels erscheint es nützlich, öfters verwendete Begriffe genauer zu definieren. Es sollen hierbei auch die entsprechenden Normwerte und wichtige Auswertungsaufzeichnungen wiedergegeben werden (nach Dr. Karl T h o m a e) (26)(S c h n e i d e r)(23).

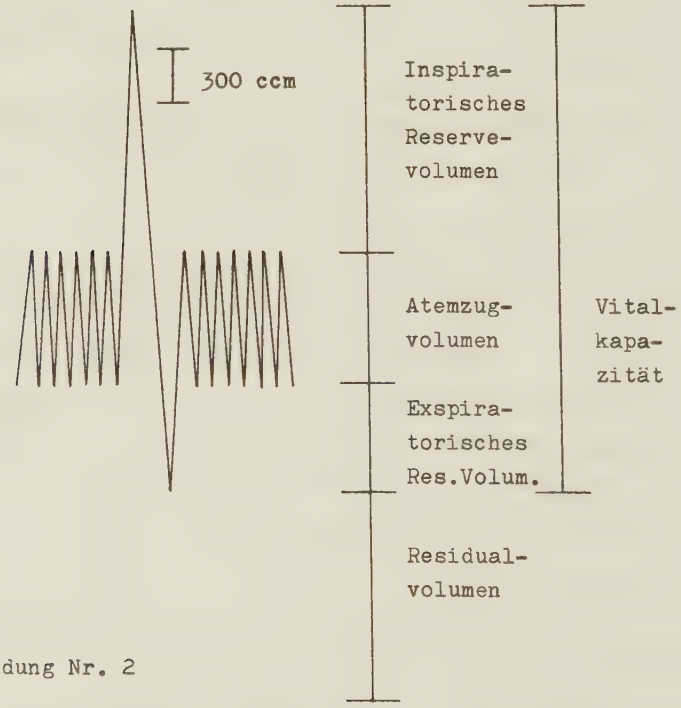


Abbildung Nr. 2

Die normale Vitalkapazität ist abhängig von Größe, Gewicht, Alter und Geschlecht. Zur Berechnung von Sollwerten wird häufig die Formel von B a l d w i n und C o u r n a n d benutzt, die aber für Kinder nicht anwendbar ist:

Für Männer: [27,63 - (0,112 x A)] x H

Für Frauen: [21,78 - (0,101 x A)] x H

A = Alter, H = Körpergröße in cm

Die physiologische Streubreite der Meßdaten ist relativ groß. So wertet A n t h o n y Ergebnisse erst bei einer Abweichung von 25 % +/- vom Sollwert als pathologisch. Andere Autoren ziehen eine Grenze erst bei 30 % (R o s s i e r, B ü h l m a n n).

Folgende Werte oder Wertbereiche bezeichnen wir als Norm:

Residualvolumen:	1200 ccm
exspiratorisches Reservevolumen:	2000 ccm
Atemzugvolumen:	500 ccm
inspiratorisches Reservevolumen:	2000 ccm

Das Atemminutenvolumen errechnet sich aus dem Produkt von Atemfrequenz (physiologisch 12-18 Atemzüge/Minute) und Atemzugvolumen. Wir ernalten in ccm die Luftmenge, die bei normaler Atmung in einer Minute der Lungenventilation dient.

Der Atemgrenzwert gibt die maximal mögliche Willkürhyperventilation in Litern/Minute an. Die Atemfrequenz sollte mindestens 40-60 Atemzüge pro Min. betragen. Hyperventilationserscheinungen lassen sich durch entsprechend kurze Versuchsdauer vermeiden. Erhöhte Laufgeschwindigkeit des Kymographen verbessert hierbei die Lesbarkeit der Atmungsaufzeichnungen. Zur Berechnung der Normwerte verwenden wir die Gleichungen von Baldwin u.a.:

Männer: [86,5 - (0,522 x Alter)] x Körperoberfläche

Frauen: [71,3 - (0,474 x Alter)] x Körperoberfläche

Befunde ab 30 % unter der Norm sind pathologisch.

Von Wichtigkeit ist ferner die Sekundenkapazität: (Tiffeneau - Test). Nach maximaler Inspiration wird der Patient aufgefordert, die Luft kurz anzuhalten und dann so rasch und tief wie möglich auszuatmen. Die dabei in der ersten Sekunde exspirierte Luftmenge wird sowohl in Litern (absolut) als auch in Prozent (relativ) der Vitalkapazität angegeben.

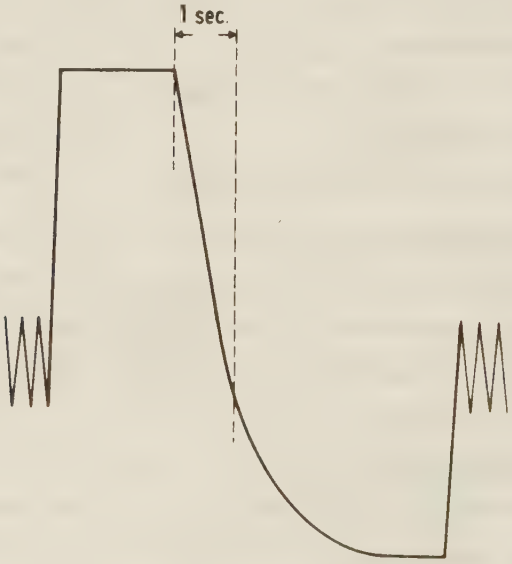


Abbildung Nr. 3

Die Größe der Sekundenkapazität ist abhängig von der Weite des Bronchialraumes, der Elastizität der Lungen und des Thorax sowie von der Atemmuskulatur. 75 - 85 % der Vitalkapazität werden normalerweise in der ersten Sekunde ausgeatmet (Gesamtdauer etwa 3 Sekunden). Die pathologische Grenze liegt bei 70 % der Norm.

Der Atemzeitquotient - das Verhältnis von Inspirations- zu Exspirationszeit - wird durch Analyse einzelner Atemzüge ermittelt. Durch Schnellschreibung des Kymographen (200-300 mm Papierablauf pro Minute) wird die Atemvolumenkurve auseinandergezogen; durch entsprechend gefällte Lote erhalten wir das Verhältnis von Einatmungs- zu Ausatmungszeit. Erstere erhält die Größe 1. Als Normwert bezeichnen wir einen Quotienten von 1 : 1,2 (-1,5).

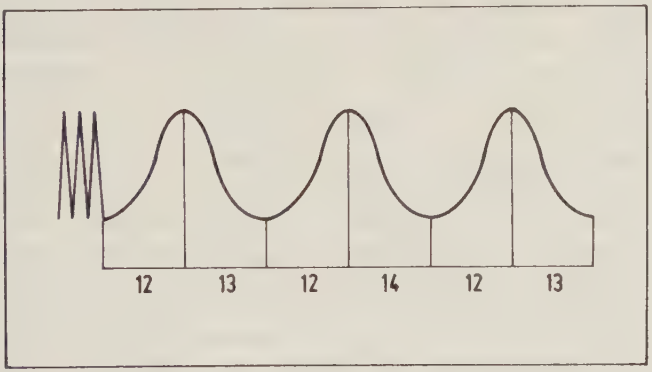


Abbildung Nr. 4

36 : 40 = 1 : 1,1 (Beispiel)

Die Messung der Sauerstoffaufnahme erfolgt spirographisch in der Weise, daß die Fußpunkte aller Atemzüge zu einer Linie verbunden werden. Der wachsende Winkel zwischen dieser Linie und der Horizontalen zeigt den entsprechenden Sauerstoffverbrauch an. Von den Lungen wird nur etwa 25 % des Luftsauerstoffs ausgenutzt, also etwa 50 ccm von einem Liter Luft. Die Sauerstoffaufnahme ist abhängig von Größe, Körperoberfläche und Alter; ihr Sollwert wird nach dem Sollgrundumsatz be-

rechnet: Soll - O_2-Aufnahme = Soll-Grundumsatz : 7,07

Die Sauerstoffaufnahme ist direkt aus der Spirokurve abzulesen. Eine gebräuchliche Berechnung ist noch

Abbildung Nr. 5

das Atemäquivalent, das Verhältnis zwischen Atemminutenvolumen (Liter) x 100 zu O_2- Aufnahme (ml/Minute). Es ist also die Luftmenge, die für 100 ml Sauerstoffaufnahme ventiliert werden muß. Die Norm ist ca. 2,8 Liter; Werte, die außerhalb des Bereiches 2,0 - 3,5 Liter liegen, sind als pathologisch anzusehen. Die Technik zur Bestimmung von Blutgasanalysen, des Residualvolumens mit der Helium-Mischmethode und der Herabsetzung der "Vita maxima" (Beschränkung der maximalen O_2-Aufnahmefähigkeit) sei hier nicht näher dargestellt, da sie bei der Auswertung für folgende Statistiken nicht verwendet wurde.

2.2.1.4 Apparate und Untersuchungstechniken

Die einfachen Spirometer dienen zur direkten Messung des ein- und ausgeatmeten Luftvolumens. Im Prinzip von Hutchinson konstruiert bestehen sie aus einem zylindrischen, mit Wasser gefüllten Gefäß, das ein Zuflußrohr für die einströmende Luft besitzt. Diese Luft treibt eine ebenfalls zylindrische Glocke nach oben, die von Wasser bedeckt so aufgehängt sein muß, daß sie in senkrechter Lage die Wand des äußeren Zylinders nicht berührt. Durch volumetrische Eichung der Glocke

wird das ein- und ausgeatmete Volumen direkt bestimmt. Die Trockenspirometer bestehen aus einem leichten Metallzylinder und einem Stoffballon, der bei Ausdehnung eine Metallplatte mit geeichtem Meßstab anhebt. Bessere Transportmöglichkeiten stehen weniger exakten Bestimmungen infolge exzentrischer Verschiebung der Ballone gegenüber. Bei allen Spirometern ist darauf zu achten, daß die Glocken bei Atembewegungen mit kleinen Druckschwankungen genügend empfindlich reagieren. Sie müssen deshalb optimal leicht und sorgfältig ausbalanziert sein. Zunächst erwies sich Aluminium als günstig, heute werden meist Plastikstoffe verwendet. Das ständig wachsende Gewicht der Glocken beim Auftauchen aus dem Wasser muß mit Hilfe eines Gegengewichtes über ein exzentrisches Rad oder über eine sogenannte Schnecke ausgeglichen werden. Die Glocken sollen in jeder Höhe stehen bleiben und sich bei geringem Über- oder Unterdruck in der entsprechenden Richtung bewegen. Bei dieser einfachen Spirometrie werden Gummi- oder Pappmundstücke verwandt, die Nase wird mit der Hand oder mit einer Nasenklemme verschlossen.

Bei der Spirographie werden Ventilation und respiratorischer Gaswechsel erfaßt und als langdauernde Atemkurven aufgezeichnet. Die Luft wird durch widerstandsarme Ventile oder durch Ventilatoren für Ein- und Ausatmung gerichtet und somit wird Totraum- bzw. Pendelatmung vermieden. Bei den vorliegenden Untersuchungen wurde ein Anschlußapparat im Gegensatz zu den Einschlußapparaten verwandt. Bei letzteren befindet sich

der Patient in einer Stoffwechselkammer, bei dem ersteren wird der Patient durch eine dicht abschließende Gesichtsmaske (oder auch durch ein Mundstück) mit dem geschlossenen System verbunden. Auf die offenen Systeme, bei denen der Patient Außenluft einatmet, sei hier nicht näher eingegangen. Bei der geschlossenen Methode wird die Ausatmungsluft mittels Natronkalk von Kohlendioxyd befreit und immer wieder rückgeatmet. Die Luft wird im Kreislauf durch das System (Spirometer, Schlauchleitungen und Patient) bewegt; die hierbei allmählich fallende Sauerstoffkonzentration wird mit Stabilisatoren parallel zum O_2- Verbrauch ausgeglichen. Mit diesen Apparaten können alle Lungenvolumina ermittelt werden, ferner Sauerstoffverbrauch, Atmungsform und Atemruhelage. Die ausgeschiedene CO_2- Menge läßt sich mit diesen Apparaten nicht direkt messen. Daher hat K n i p p i n g ein Gerät entwickelt, in dem Kalilauge CO_2 absorbiert. Nach Abschluß der Untersuchung wird das CO_2 durch Zugabe von 40 %iger Schwefelsäure wieder in Freiheit gesetzt. Das entstehende Gasvolumen wird mit der Spiroglocke gemessen. 1929 kombinierte K n i p p i n g die Spirographie mit der Ergometrie und schuf somit die Ergospirographie. (Anthony)(1). Der Anschluß des Patienten geschieht wie oben erwähnt, Fehlerquellen wie undichte Masken, Pendelatmung u.ä. müssen vermieden werden. Das Spirometer zeigt alle Atembewegungen und Veränderungen des Systemsvolumens unmittelbar und quantitativ an und schreibt sie auf das geeichte Kymopapier auf. Die Werte können auch bei

Mehrfachbestimmungen direkt abgelesen werden. Zunächst werden Ruheatmung und Sauerstoffaufnahme bei sofort beginnender O_2- Stabilisation aufgezeichnet. Nach Registrierung der statischen und dynamischen Ventilationswerte (maximales Atemvolumen, Atemgrenzwert, Tiffeneautest usw.) beginnt der eigentliche Belastungsversuch. Die Tätigkeit besteht meistens in Tretkurbelarbeit am Fahrradergometer. Als wichtigste Untersuchungswege kennen wir den Wattstufenversuch mit Difizitprüfung, die ansteigende Belastung bis zur Vita maxima und die Austestung der Dauerleistungsgrenze. Unter Registrierung des Atemminutenvolumens und der O_2- Aufnahme wird der Patient nun stufenweise (30,60,90,120 und 150 Watt) so lange belastet, bis sich beim Umschalten von Luft- auf Sauerstoffatmung ein spirographisches O_2- Defizit von mindestens 100 ml/Min. zeigt. Das besagt, daß die Lunge bis zu dieser Arbeitsstufe ihre Aufgaben voll erfüllen kann, der Patient also bis hierher belastungsfähig ist. Die Sauerstoffaufnahme nämlich steigt beim Gesunden mit Vergrößerung der Arbeitsleistung geradlinig an; bei pulmonalen Störungen bleibt sie hinter der Arbeitsleistung zurück. Zu beachten ist ferner noch der Zeitpunkt des stady state: Atmung und Kreislauf können nicht sofort bei Arbeitsbeginn ihre Leistungen der Arbeitsgröße entsprechend erhöhen; erst nach einer bestimmten Anlaufzeit werden konstante Werte erreicht und von diesem Zeitpunkt an kann die Auswertung der Kurven erfolgen. Die Angaben über Normalwerte schwanken bei der Ergospirographie erheblich.

Bei den folgenden Tabellen ist die grobe Schwankungsbreite beachtet:

Sollwerte der O_2- Aufnahme bei Belastung

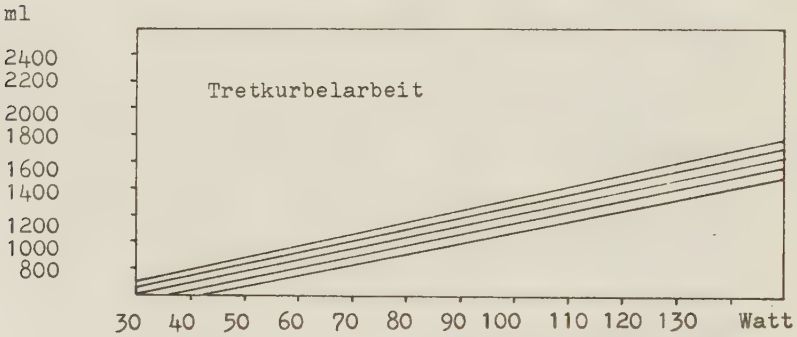


Tabelle Nr. 2

Sollwerte des Atemminutenvolumens bei Belastung

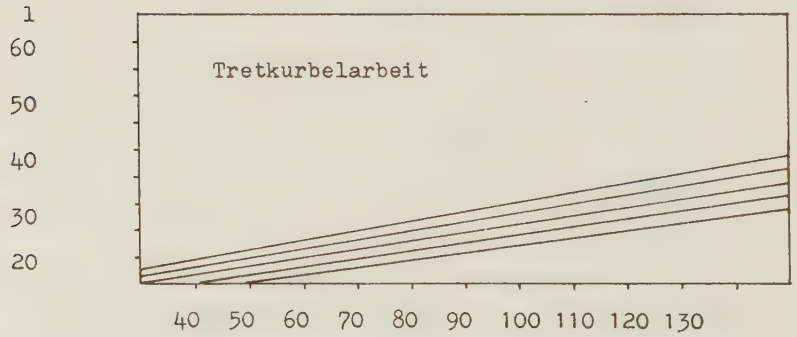


Tabelle Nr. 3

Die durchschnittliche Schwankungsbreite des Atemminutenvolumen beträgt: +/- 4 l/O_2- Aufnahme: +/- 185 ml

2.2.1.5 Belastung für den Patienten

Ein Ruhespirogramm läßt sich bei jedem gehfähigen Patienten durchführen, der geringste Mühen wie z.B. willkürliche Hyperventilation o.ä. auf sich zu nehmen gewillt ist. Die Ergospirographie läßt sich je nach klinischem Zustand in verschieden starkem Ausmaß durchführen. Sehr oft bietet eine Belastung von mehr als 60 Watt keine deutlichere Auswertung der gewonnenen Befunde. Eine besondere Belastung oder gar Schädigung für den Körper ist nur in ganz seltenen Ausnahmen zu erwarten. Bei jeder Befunderhebung ist auf die subjektive Beeinflussung der Werte von Seiten des Patienten zu achten, besonders bei Untersuchungsergebnissen, die z.B. einem Gutachten als Grundlage dienen. Im Vergleich zu den Angaben einer Leistungsanamnese sind Belastungsbefunde, die bis an die Grenze des Leistungsvermögens gehen, auf jeden Fall objektiver.

2.2.1.6 Befundeinteilung: (nach C o m r o e)(6)

Die bei der Lungenfunktionsprüfung gewonnenen Befunde lassen sich grob in folgende Gruppen einteilen:

Altersbedingte Veränderungen

Hypo- und Hyperventilation

Diffuse Obstruktion der kleinen Atemwege

Restriktionen

Arterio-Venöser Kurzschluß (Blutgasanalysen)

Ungleichmäßige Durchblutung der Lungenkapillaren

Stauung der Lungengefäße

Präkapilläre Obstruktion im Lungenkreislauf

3 PATIENTENKOLLEKTIV

3.1. Untersuchte Patienten:

Untersuchungsergebnisse von insgesamt 178 Patienten dienen zunächst als Arbeitsgrundlage. Bei allen Patienten wurde sowohl eine Lungenfunktionsprüfung wie auch ein Lungenszintigramm durchgeführt; es resultieren jedoch nur 160 vergleichbare Ergebnisse. Für 18 Patienten war die Lungenfunktionsprüfung entweder aus medizinischen Gründen nicht voll durchführbar oder es wurde nur eine Blutgasanalyse erstellt. Alle Untersuchungen hatten im Prinzip eine klinische Fragestellung: " Verteilungs- und Funktionszustand der Lungendurchblutung? " Das Gesamtkollektiv von N = 178 läßt sich einteilen in:

106 Personen (= 59,5 %) männlichen und
72 Personen (= 40,5 %) weiblichen Geschlechts.

Bei der Einordnung in drei verschiedene Altersgruppen bietet folgende Tabelle den entsprechenden Überblick:

	Männlich	Weiblich
16 - 35 Jahre	19 (10,6 %)	14 (7,8 %)
36 - 55 Jahre	48 (27,9 %)	31 (17,4 %)
56 - 81 Jahre	39 (21,9 %)	27 (15,1 %)

Tabelle Nr. 4

3.2 Gruppeneinteilung auf Grund der klinischen Diagnosen

Um Untersuchungsergebnisse statistisch vergleichen zu können, wurde die Vielzahl der klinischen Diagnosen in fünf verschiedene Gruppen zusammengefaßt, wobei diese Einteilung verständlicherweise relativ grob ist. Die klinischen Untersuchungen ergaben im einzelnen:

3.2.1 Spezifische Prozesse N = 47

Hierbei wurden in eine Gruppe zusammengefaßt:

Lungenhämosiderose
Morbus Boeck
Tuberkulose
Emphysembronchitis
Morbus Hodgkin
chronische Bronchitis
Bronchopneumonie
Aspirationspneumonie
Hamman-Rich-Syndrom
Pickwick - Syndtrom
Hilusinduration
chronisch entzündliche Hilusdrüsenvermehrung
Lungenfibrose
Soor - Pneumonie
Stauungslunge
Siliko - Tuberkulose
Lungensarkoidose
Atelektasen
Anthrakose der Lunge
Pleuritis
interstitieller Lungenprozess
Autoimmunkrankheit an den Lungengefäßen

3.2.2 Bronchialcarcinom und andere Tumoren: N = 9

In diese Gruppe fallen noch folgende Einzeldiagnosen

Alveolarzellcarcinom
Bronchialsarkom
Lymphosarkom
Lungenmetastasen

3.2.3 Embolien N = 13

Diese klinische Diagnose ist für diese Gruppe ausreichend eng gefaßt.

3.2.4 Cor pulmonale, pulmonaler Hochdruck und Herzvitien N = 32

Im Einzelnen waren dies:

Vorhofseptumdefekt	Mitralstenose
Rechts-Links-Shunt	Mitralinsuffizienz
Tricuspidalvitien	Aorteninsuffizienz
Pulmonalstenose	3 - Klappen - Vitien
Lungenvenenfehleinmündung	Fallot'sche Tetralogie
Aortenklappenersatz	

3.2.5 Diagnoseunabhängige Vergleichsgruppe

In dieser fünften und letzten Gruppe wurden all die Ergebnisse zusammengefaßt, bei denen die klinischen Diagnosen entweder nicht genau angegeben waren oder die in die vier oben erwähnten Gruppen nicht eingereiht werden konnten. Diese fünfte Gruppe fand nur bei dem allgemein statistischen, diagnoseunabhängigen Vergleich Verwendung. Als Anzahl ergab sich: N= 59.

3.2.6 Haupt- und Nebendiagnosen

Zur Einteilung in diese einzelnen Gruppen muß noch folgendes erwähnt werden: Bei Patienten, die infolge zweier verschiedener Erkrankungen untersucht wurden, geschah die Einteilung nach Haupt- und Nebendiagnose; eine zweifache Berücksichtigung fand somit nicht statt.

4 PATHOLOGISCHE STUFEN DER UNTERSUCHUNGSBEFUNDE

Die Grundlage für den statistischen Gesamt- und die Einzelvergleiche der Gruppen I - IV bildet eine pathologische Graduierung der verschiedenen Befunde. Die schematische Ergebniseinteilung des Lungenszintigramms und der Lungenfunktionsprüfung sei hier nochmals zusammengefaßt:

4.1 Lungenszintigramm

Je nach Umfang und Intensität bezeichnen wir die Partikelfixationsstörungen: Rarefizierung, flächige Veränderung, totaler Impulsausfall. Für die Auswertung sind ferner Lokalisation, Ausdehnung und Grad der pathologischen Veränderungen von Wichtigkeit (siehe Seite 15, 2.1.1.6). Unter Beachtung all dieser Punkte wurden die einzelnen Befunde in folgende pathologische Stufen eingeteilt:

Stufe 0	-	normales Bild
Stufe 1	+	geringe Veränderungen
Stufe 2	++	deutliche "
Stufe 3	+++	starke "
Stufe 4	++++	sehr starke "

Um bei der Befundung eine bestimmte Einheitlichkeit zu erhalten, soll die Deutung des Szintigramms nach Möglichkeit einer Person vorbehalten bleiben, bzw. in derem Sinn ausgewertet werden.

4.2 Lungenfunktionsprüfung

Auch bei dieser Untersuchungsmethode erwies sich die Einteilung der Befunde in vier pathologische Grade als

günstig. Zu der entsprechenden Beurteilung wurden obstruktive und restriktive Ventilationsstörungen herangezogen, ferner pathologische Veränderungen der in Abschnitt 2.2.1.6 (Seite 27) erwähnten Punkte. Die Stetigkeit der Befundung hierbei ist durch den Vergleich zwischen Soll- und Meßwerten wesentlich erleichtert. In Worten wurden die einzelnen Stufen folgendermaßen eingeteilt:

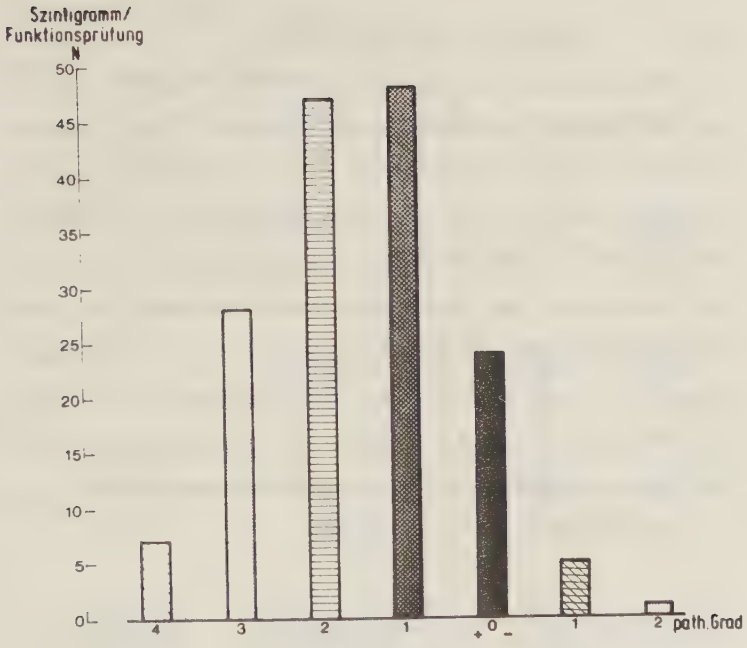
Stufe 0	ohne Befund
Stufe 1	angedeutete Veränderungen
Stufe 2	geringe - mäßige "
Stufe 3	mittelstarke "
Stufe 4	stark kombinierte Störungen

5 UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE

5.1 Vergleich der pathologischen Grade (0 - 4) zwischen Lungenszintigramm und LFP

Zunächst wurden alle Befundergebnisse der beiden Untersuchungsmethoden unabhängig von der jeweiligen Diagnose miteinander verglichen. Es ergaben sich hierbei sieben Gruppen:

- Der pathologische Grad des Szintigramms weicht gegenüber dem der LFP nach oben ab (von + 1 bis + 4) (z.B. 1:0, 3:2, 4:2 bis 4:0) (4 Gruppen)
- Der pathologische Grad des Szintigramms weicht gegenüber dem der LFP nach unten ab (- 1 und - 2) (z.B. 0:1, 1:3) (2 Gruppen)
- Die pathologischen Grade stimmen überein (z.B. 0:0 oder 2:2) (1 Gruppe)



5.1.1 Graphik Nr. 1

Die Graphik Nr. 1 zeigt in Form eines Säulendiagramms die Verteilung der sieben aufgetretenen Kombinationsgruppen. Unter den jeweiligen Säulen finden wir die Zahlenangaben für den Grad der pathologischen Abweichung von Szintigramm / LFP. Das Zeichen + bedeutet ein Überwiegen des Szintigramms, - ein Überwiegen der LFP. Die genauen Patientenzahlen der einzelnen Gruppen sind im nächsten Abschnitt 5.1.2 - Korrelationsmöglichkeiten - angegeben. Die Gesamtzahl, die diesem Vergleich als Grundlage dient, beträgt N = 160. Eine ausführliche Betrachtung dieses und der folgenden Diagramme erfolgt im Kapitel 6.3 (Diskussion der Untersuchungsergebnisse).

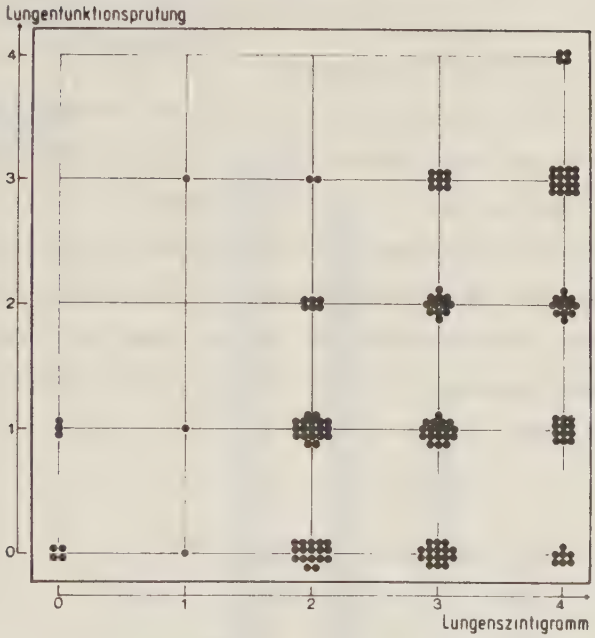
5.1.2 Korrelationsmöglichkeiten

In diesem Abschnitt sind die unter 5.1 angeführten sieben Gruppen vollständig aufgegliedert. Die folgende Tabelle Nr. 5 stellt alle Korrelationsmöglichkeiten dar, die sich bei der Untersuchung von 160 Patienten ergaben. S bedeutet als Zwischensumme die Anzahl von Patienten, bei denen sich zwei bestimmte pathologische Grade bei den beiden Untersuchungen gegenüberstanden. (z.B. S = 18; bei 18 Patienten finden wir ein Verhältnis von 3 : 1 zwischen Szintigramm und LFP). Die Prozentangabe hinter der Gruppensumme bezieht sich auf die Gesamtpatientenzahl 160.

Gruppensumme	%	S	pathol.Grad Lungenszintigramm		pathol.Grad Lungenfunktionsprüfung
7	4,3	7	4	:	0
28	17,5	16	3	:	0
		12	4	:	1
47	29,4	17	2	:	0
		18	3	:	1
		12	4	:	2
48	30	1	1	:	0
		19	2	:	1
		12	3	:	2
		16	4	:	3
24	15	4	0	:	0
		1	1	:	1
		6	2	:	2
		9	3	:	3
		4	4	:	4
5	3	3	0	:	1
		2	2	:	3
1	0,6	1	1	:	3

Tabelle Nr. 5

5.1.3 Punktwolkengraphik



Graphik Nr. 2

Die Graphik Nr. 2 zeigt einen allgemeinen Vergleich der pathologischen Grade bei Lungenszintigramm und Lungenfunktionsprüfung in Form eines Punktwolkendiagramms. Jeder Punkt bedeutet den Kombinationsbefund eines Patienten. Einzelne Diagnosen wurden nicht berücksichtigt, das zu vergleichende Patientenkollektiv beträgt N = 160; die Gradeinteilung umfaßt jeweils die Stufen 0 bis 4.

5.2 Vergleich zwischen pathologischem Grad der Lungenfunktionsprüfung und dem Faktor ß des Szintigramms

Für einen weiteren von den Diagnosen ebenfalls unabhängigen Vergleich bietet sich der pathologische Grad der LFP und der Faktor ß des Szintigramms an. ß errechnet sich folgendermaßen: die Graduierung des pathologischen Ausmaßes umfaßt wiederum die Stufen 0 bis 4. Die räumlichen Veränderungen der Lungen lassen sich an die Anatomie anlehnend in sechs Felder, also 0 bis 6, unterteilen.

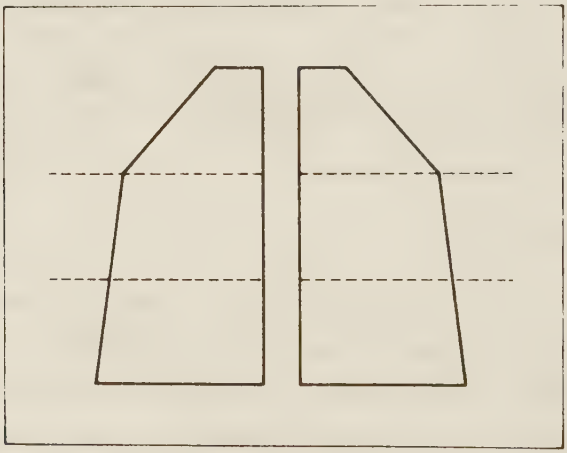
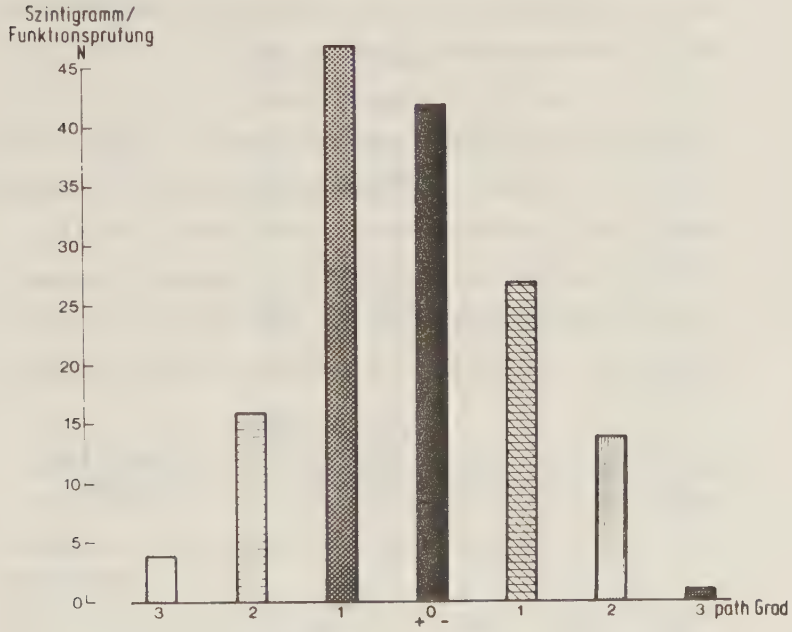


Abbildung Nr. 6

Das Produkt dieser beiden Veränderungen schwankt demnach zwischen 0 und 24, wobei wir diese Skala einfacherweise wieder in vier Gruppen (I - IV) aufgliedern. Beim Vergleich des pathologischen Befundes der LFP und des Faktors ß des Szintigramms ergeben sich je nach Abweichung nach oben oder unten bzw. nach

Übereinstimmung sieben Gruppen; diese werden in folgender Graphik einander gegenübergestellt.

5.2.1 Säulengraphik



Graphik Nr. 3

Die Graphik Nr. 3 zeigt in Form eines Säulendiagramms ebenfalls die Verteilung der sieben aufgetretenen Kombinationsgruppen, die zusammen mit den genauen Patientenzahlen im nächsten Abschnitt 5.2.2 näher angeführt werden. Unter den Säulen finden wir die Zahlenangaben für den Grad der Abweichung zwischen LFP und Szintigramm (pathologischer Grad / Faktor ß). Bei den mit

+ bezeichneten Säulen überwiegt das Szintigramm, bei - die LFP. Die Gesamtzahl beträgt bei diesem Vergleich 151, da bei 9 szintigraphischen Untersuchungen zwar ein pathologischer Grad, aber nicht das räumliche Ausmaß der Veränderungen angegeben ist.

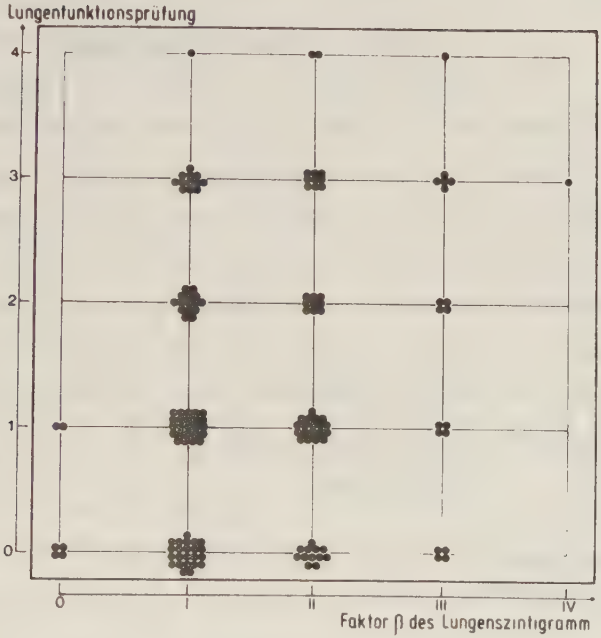
5.2.2 Korrelationsmöglichkeiten

Die einzelnen Untersuchungsergebnisse - im vorigen Abschnitt in Gruppen zusammengefaßt - werden in folgender Tabelle Nr. 6 aufgegliedert wiedergegeben. Die 18 Zwischensummen (mit S bezeichnet) ergeben zusammen 151. Die Gegenüberstellung von zwei Befunden verläuft analog dem Abschnitt 5.1.2 , ebenso die Prozentangabe.

Gruppen-summe	%	S	Faktor ß Befund: Szintigr.		path.Grad Befund: Funktionspr.
4	2,6	4	III	:	0
16	10,5	12	II	:	0
		4	III	:	1
47	31	23	I	:	0
		19	II	:	1
		4	III	:	2
		1	IV	:	3
42	28	4	0	:	0
		24	I	:	1
		9	II	:	2
		5	III	:	3
27	17,8	2	0	:	1
		15	I	:	2
		9	II	:	3
		1	III	:	4
14	9,2	12	I	:	3
		2	II	:	4
1	0,7	1	I	:	4

Tabelle Nr. 6

5.2.3 Punktwolkengraphik



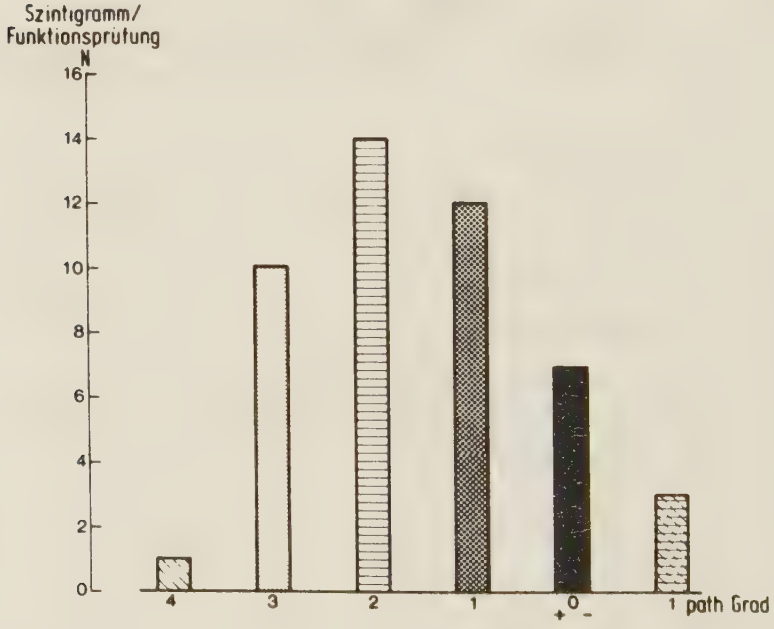
Graphik Nr. 4

Die Graphik Nr. 4 stellt in Form eines Punktwolkendiagramms jede einzelne Korrelationsmöglichkeit der 151 Untersuchungsvergleiche dar. Es wird unabhängig von der Diagnose dem pathologischen Grad der LFP der in Abschnitt 5.2 bereits beschriebene Faktor ß gegenübergestellt. Die Gradeinteilung umfaßt jeweils die Stufen 0 bis 4 (0 bis IV).

5.3 Einzelvergleich für die pathologischen Grade der Gruppe: spezifische Prozesse zwischen Lungenszintigramm und Lungenfunktionsprüfung

In diesem Abschnitt sind die Befunde der Patienten hervorgehoben, die sich hinsichtlich der klinischen Diagnose in die Gruppe " Spezifische Prozesse " einreihen lassen. Die Vielzahl der Diagnosen dieser Gruppe wurde bereits im Abschnitt 3.2.1 genau aufgezählt. Für die Statistik können die Ergebnisse von 47 Patienten zum Vergleich der pathologischen Grade zwischen LFP und Szintigramm herangezogen werden.

5.3.1 Säulengraphik



Graphik Nr. 5

Die Graphik Nr. 5 zeigt in Form eines Säulendiagramms die sechs Gruppen, die sich entsprechend der Abweichung bzw. Übereinstimmung der pathologischen Grade der Untersuchungsbefunde ergeben. Die jeweilige Zahlenangabe für den Abweichungsgrad finden wir unter den einzelnen Säulen. Das Zeichen + kennzeichnet wiederum das Überwiegen der Szintigrammbefunde. Die Geschlechtsverteilung von N = 47 beträgt: 33 männliche Patienten und 14 weibliche Patienten.

5.3.2 Korrelationsmöglichkeiten - Spez. Prozesse

Die Untersuchungsergebnisse dieser Gruppe sind in der folgenden Tabelle Nr. 7 einzeln aufgezählt. Die 14 Zwischensummen wurden oben in sechs Gruppen zusammengefaßt. Die Gegenüberstellung der beiden pathologischen Grade entspricht der des Abschnittes 5.1.2 (Seite 34).

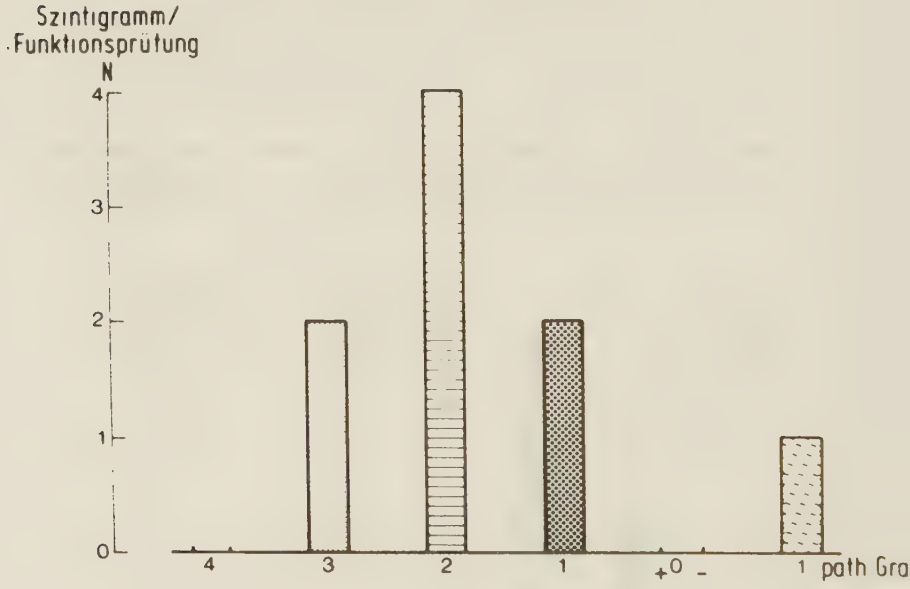
Gruppensumme	%	S	path.Grad Lungenszintigr.		path.Grad Lungenfunktionsprüfung
1	2	1	4	:	0
10	21,2	4	3	:	0
		6	4	:	1
14	30	1	2	:	0
		7	3	:	1
		6	4	:	2
12	26	4	2	:	1
		3	3	:	2
		5	4	:	3
7	14,8	2	0	:	0
		2	2	:	2
		3	3	:	3
3	6	1	0	:	1
		2	2	:	3

Tabelle Nr. 7

5.4 Einzelvergleich für die pathologischen Grade der Gruppe: Bronchialcarcinom u.a. Tumoren zwischen Lungenszintigramm und Lungenfunktionspr.

Dieser Vergleich verläuft völlig analog dem des Abschnittes: Spezifische Prozesse (5.3). Auf eine nähere Beschreibung der entsprechenden Säulengraphik Nr. 6 und Korrelationstabelle Nr. 8 sei aus diesem Grunde verzichtet.

5.4.1 Säulengraphik - BC u.a. Tumoren



Graphik Nr. 6

N = 9; männliche Pat.: 5, weibliche Pat.: 4

5.4.2 Korrelationsmöglichkeiten - BC u.a. Tumoren

Gruppen-summe	%	S	path.Grad: Lungen-szintigr.		path.Grad: Lungenfunk-tionsprüfung
2	22,2	2	4	:	1
4	44,4	1	2	:	0
		1	3	:	1
		2	4	:	2
2	22,2	1	2	:	1
		1	4	:	3
1	11,1	1	0	:	1

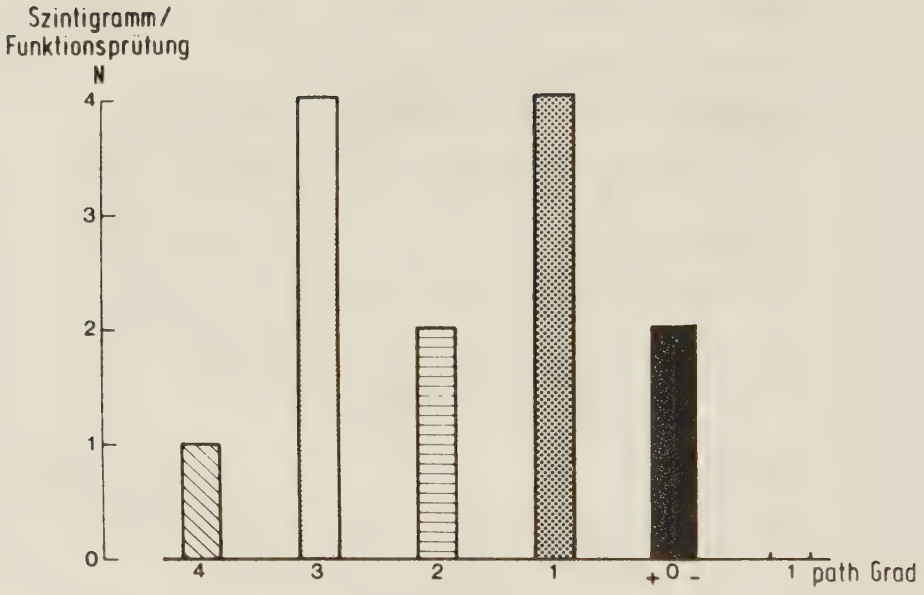
Tabelle Nr. 8

5.5 Einzelvergleich für die pathologischen Grade der Gruppe: Lungenembolien zwischen Lungenszintigramm und Lungenfunktionsprüfung

Die Gegenüberstellung der Befundergebnisse bei Lungenembolien verläuft ebenfalls entsprechend der des Abschnittes: Spezifische Prozesse (5.3). Die dazugehörige Säulengraphik Nr. 7 und die vorhandenen Korrelationsmöglichkeiten (Tab. Nr. 9) sind im Anschluß aufgezeigt.

5.5.1 Säulengraphik - Lungenembolien

Die Patientenzahl beträgt N = 13; die Geschlechtsverteilung lautet: 3 männliche Patienten, 10 weibliche Patienten. Unter den Säulen finden wir analog den vorhergehenden Säulengraphiken die Zahlenangaben für den Grad der pathologischen Abweichung zwischen LFP und Lungenszintigramm.



Graphik Nr. 7

5.5.2 Korrelationsmöglichkeiten - Lungenembolien

Gruppen-summe	%	S	path.Grad: Lungen-szintigr.		path.Grad: Lungenfunk-tionsprüfung
1	7,7	1	4	:	0
4	30,8	2	3	:	0
		2	4	:	1
2	15	1	2	:	0
		1	3	:	1
4	30,8	1	2	:	1
		3	3	:	2
2	15	1	1	:	1
		1	2	:	2

Tabelle Nr. 9

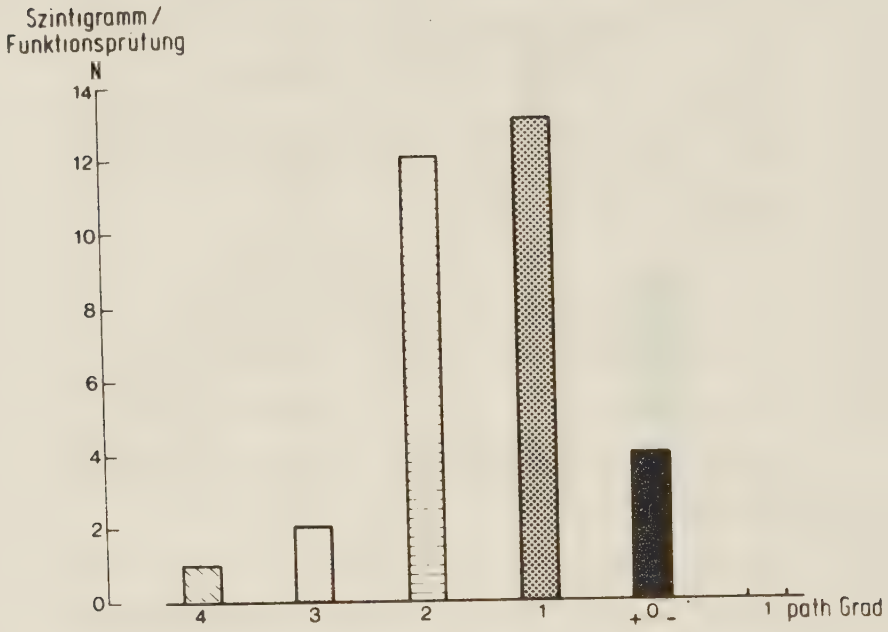
5.6 Einzelverleich für die pathologischen Grade der Gruppe: Cor pulmonale, pulmonaler Hochdruck, Herzvitien zwischen Lungenszintigramm und Lungenfunktionsprüfung

Die Einzeldiagnosen, die unter Herzvitien zusammengefaßt wurden, seien nochmal kurz wiederholt (Siehe Abschnitt 3.2.4 Seite 30) :

Vorhofseptumdefekt,	Mitralstenose,
Rechts-Links-Shunt,	Mitralinsuffizienz,
Tricuspidalvitien,	Aorteninsuffizienz,
Pulmonalstenose,	3-Klappen-Vitien,
Lungenvenenfehleinmündung,	Fallot'sche Tetralogie,
Aortenklappenersatz,	

Für die vergleichende Statistik dienen uns die Befunde von 32 Patienten. Analog den vorherigen Gegenüberstellungen zeigt die folgende Säulengraphik Nr. 8 Abweichungen oder Übereinstimmung der pathologischen Grade zwischen beiden Untersuchungen. Die Geschlechtsverteilung verläuft folgendermaßen: 19 männliche Patienten und 13 weibliche Patienten. In der folgenden Tabelle Nr. 10 sind dann anschließend die Befundkombinationen einzeln dargestellt, die ja nach Differenz ihrer pathologischen Einstufung in der Graphik Nr. 8 in Gruppen zusammengefaßt sind.

5.6.1 Säulengraphik - Cor pulm., p.Hochdruck, Vitien



Graphik Nr. 8

5.6.2 Korrelationsmöglichkeiten - Cor pulm. usw.

Gruppen-summe	%	S	Lungen-szintigr.		Lungenfunk-tionsprüfung
1	3,1	1	4	:	0
2	6,2	2	3	:	0
12	37,2	6	2	:	0
		3	3	:	1
		3	4	:	2
13	40	1	1	:	0
		5	2	:	1
		4	3	:	2
		3	4	:	3
4	12,4	3	3	:	3
		1	4	:	4

Tabelle Nr. 10

5.7 Vergleich zweier unabhängiger Durchschnitte

5.7.1 Differenzpaare

Bei vier Gruppen von Lungenerkrankungen lassen sich sechs Differenzpaare aufstellen; es sind dies:

Spezifische Prozesse	:	BC und andere Tumoren
Spezifische Prozesse	:	Lungenembolien
Spezifische Prozesse	:	Cor pulm., p.Hochdruck, Vitien
BC und andere Tumoren	:	Lungenembolien
BC und andere Tumoren	:	Cor pulm., p.Hochdruck, Vitien
Lungenembolien	:	Cor pulm., p.Hochdruck, Vitien

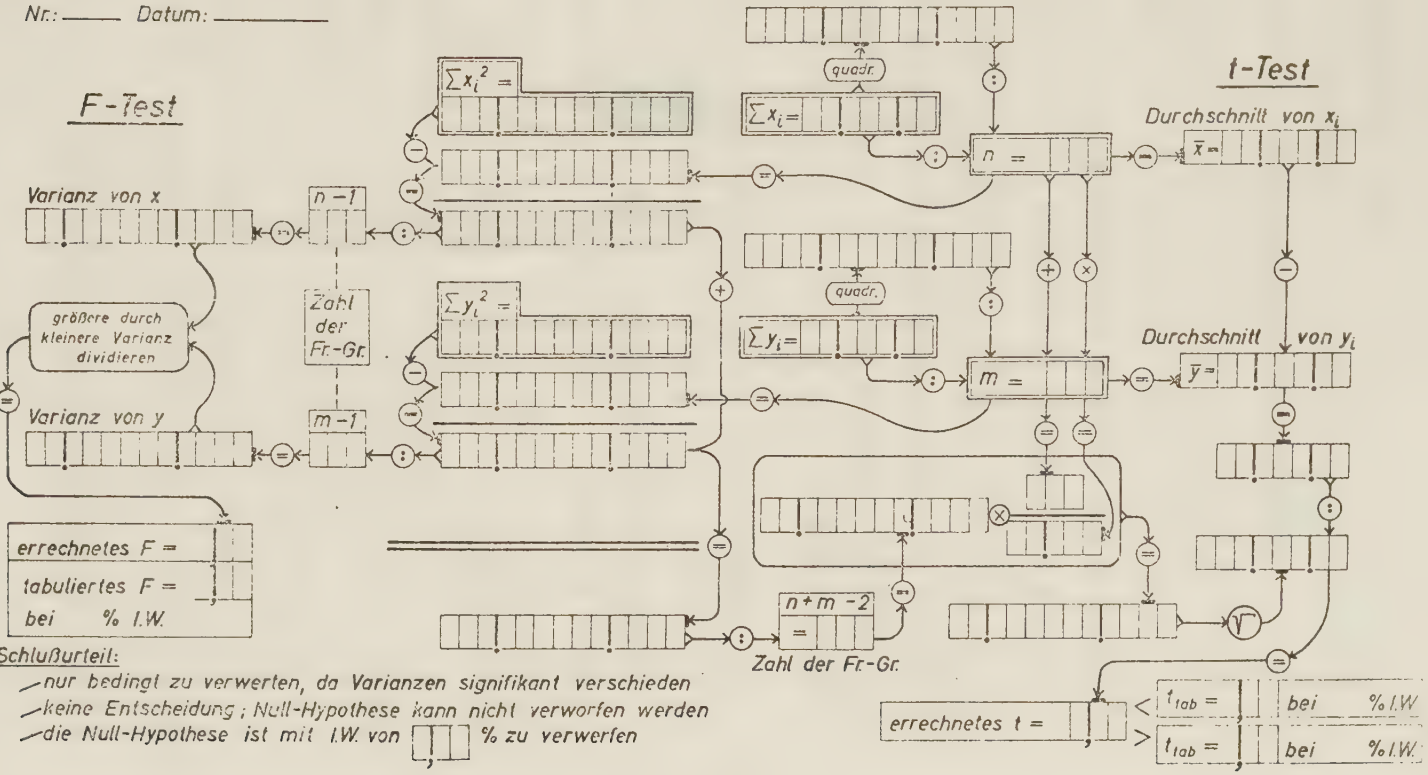
Diese Zahl sechs verdoppelt sich auf zwölf, da Befundergebnisse von zwei Untersuchungsmethoden vorliegen und verglichen werden.

5.7.2 Berechnungstabelle für den Vergleich zweier unabhängiger Durchschnitte

Es werden hierbei die Statistischen Rechenblätter nach Prof. Dr. med. J.-H. H e i t e, Marburg, verwandt; an Stelle einer ausführlichen Beschreibung soll auf der nächsten Seite durch eine Photokopie der Rechengang der Vergleichsmöglichkeiten dargestellt werden. Bei der Berechnung des F - Testes sowie des t - Testes bezeichnen wir den jeweiligen pathologischen Grad des Lungenszintigramms mit " x " und den der LFP mit " y ". Unter Σ verstehen wir die Gesamtsumme der Einzelwerte und " n " bedeutet die vergleichbare Patientenzahl der jeweiligen Gruppe. Die mit Richtungspfeilen versehenen Linien geben die " Rechenpfade " an, die Rechenoperationszeichen wie Addition oder Division sind in kleine Kreise gesetzt.

Untersuchung: _____

Nr.: ____ Datum: _____



Schlußurteil:

- nur bedingt zu verwerten, da Varianzen signifikant verschieden
- keine Entscheidung; Null-Hypothese kann nicht verworfen werden
- die Null-Hypothese ist mit I.W. von [,] % zu verwerfen

5.7.3 Zwischenergebnisse für den Vergleich zweier unabhängiger Durchschnitte

Die nötigen Eingangswerte, die im Rechenblatt doppelt umrandet sind, werden zur besseren Übersicht in folgender Tabelle Nr. 11 zusammengefaßt:

	n	$\sum x$	$(\sum x)^2$	$\sum x^2$	$\sum y$	$(\sum y)^2$	$\sum y^2$
Spezif. Prozesse	47	141	19881	477	70	4900	152
BC u.a.T.	9	27	729	97	12	144	22
Embolien	13	37	1369	115	13	169	21
Cor pulm. Vitien	32	91	8281	281	44	1936	106

Tabelle Nr. 11

5.7.4 Untersuchungsergebnisse des F- Testes und des t- Testes im oben erwähnten Vergleich

Für die zwölf Differenzpaare wird nun mit den entsprechenden Eingangswerten der oben angeführten Rechengang vollzogen. Die gewonnenen F- bzw. t- Werte sind in folgenden Tabellen Nr. 12 a und b niedergeschrieben; diese Aufzeichnung enthält ferner die tabulierten F- und t- Werte bei %- Angabe der Irrtumswahrscheinlichkeit. Weiter sind die paarweise zusammengefaßten Patientenzahlen (= N) sowie die jeweilige Signifikanz (in Form von - oder + Zeichen) angegeben. Aus Platzgründen ist die Tabelle Nr. 12 in einen Teil a und einen Teil b aufgegliedert.

Lungenszintigramm :

	F	F_{tab}	I.W.	N
Spez.Proz./ BC + Tu.	1,70	2,15	5 %	54
Spez.Proz./ Embolien	1,46	2,43	5 %	58
Spez.Proz./ Cor pul.	1,62	1,77	5 %	77
BC + Tu./ Embolien	2,5	2,85	5 %	20
BC + Tu./ Cor pulm.	2,77	2,24	5 %	39
		3,13	1 %	
Embolien / Cor pulm.	1,11	2,07	5 %	43

Lungenfunktionsprüfung :

Spez.Proz./ BC + Tu.	1,38	3,04	5 %	54
Spez.Proz./ Embolien	1,57	2,43	5 %	58
Spez.Proz./ Cor pul.	1,40	1,71	5 %	77
BC + Tu./ Embolien	1,13	2,77	5 %	20
BC + Tu./ Cor pulm.	1,94	3,08	5 %	39
Embolien / Cor pulm.	2,21	2,47	5 %	43

Tabelle Nr. 12 a

Lungenszintigramm :

	t	t_{tab}	I.W.	Signifikanz
Spez.Proz./ BC + Tu.	0,0	---	99,5%	- - -
Spez.Proz./ Embolien	0,5	0,39	70 %	- - -
Spez.Proz./ Cor pul,	0,72	0,68	50 %	- -
BC + Tu./ Embolien	0,30	0,26	80 %	- - -
BC + Tu./ Cor pul.	0,43	0,39	70 %	- - -
Embolien / Cor pulm.	0,01	0,0063	99 %	- - - -

Lungenfunktionsprüfung :

	t	t_{tab}	I.W.	Signifikanz
Spez.Proz./ BC + Tu.	0,41	0,39	70 %	- - -
Spez.Proz./ Embolien	1,65	1,30	20 %	(+)
Spez.Proz./ Cor pul.	0,44	0,39	70 %	- - -
BC + Tu. / Embolien	0,94	0,86	40 %	- -
BC + Tu. / Cor pulm.	0,09	0,06	95 %	- - - -
Embolien / Cor pulm.	1,02	0,85	40 %	- -

Tabelle Nr. 12 b

5.7.5 Gegenüberstellung der Signifikanzen aus den Ergebnissen von 5.7.4

Bei dem Vergleich der einzelnen Differenzpaare erhalten wir hinsichtlich ihrer Signifikanzen folgendes Bild:

	Lu.-Szintigr.	Lu.-Funkt.-Prüf.
Spez.Proz./ BC + Tu.	0	0
Spez.Proz./ Embolien	- 4	+ 4
Spez.Proz./ Cor pul	+ 1	- 1
BC + Tu. / Embolien	0	0
BC + Tu. / Cor pulm.	+ 1	- 1
Embolien / Cor pulm.	- 2	+ 2

Tabelle Nr. 13

Die tabulierten Werte von " F " und von " t " sowie die Werte der Irrtumswahrscheinlichkeit sind den " Wissenschaftlichen Tabellen " (GEIGY) entnommen (8).

6 DISKUSSION

6.1 Diskussion der Untersuchungstechniken und ihrer Durchführbarkeit von

6.1.1 Lungenszintigrammen

Wie im Abschnitt 2.1.1 besprochen wird zur Durchführung eines Lungenszintigrammes ein radioaktiver Stoff (in unserem Fall: J-131-MAA) benötigt, ferner eine ziemlich unbewegliche Apparatur, die die Strahlung der inkorporierten Isotopen aufnehmen, verstärken, verarbeiten und wieder darstellen kann. Da der Bezug von Isotopen besonderer Genehmigung bedarf und entsprechende Strahlenschutzbestimmungen erfüllt werden müssen, bleibt die Untersuchungsmethode Kliniken und den in diesem Fachgebiet ausgebildeten Ärzten vorbehalten. Der Zeitaufwand von rund 30 Minuten und die Unkosten von ca. DM 70,- stehen in günstigem Verhältnis zu den wertvollen Befundergebnissen des pulmonalen Durchblutungsmusters. Hohe Untersuchungszahlen vermindern die Unkosten der Isotopen erheblich, weil dadurch der Faktor der physikalischen Halbwertszeit weniger in die Kalkulation eingeht. Die leichte Reproduzierbarkeit der Untersuchungsmethode erleichtert wesentlich die Verlaufskontrolle bestimmter Lungenerkrankungen. Befundveränderungen sind jedoch meist erst nach zwei bis drei Wochen zu erwarten.

6.1.2 Lungenfunktionsprüfungen

Im Kapitel 2.2.1.2 teilen wir die Untersuchungen allgemein in Spirometrie, Spirographie und Ergospirogra-

phie ein. Je nach Größe des Lungenfunktionslaboratoriums eines Krankenhauses bzw. je nach Ausbildung des Lungenspezialisten werden die Untersuchungsmöglichkeiten mehr oder minder ausgenützt. Der Umfang und der exakte Aufbau der Apparate machen einen schnellen Transport unmöglich; es sollten daher die Anschaffungskosten in vernünftiger Relation zur Gebrauchsfrequenz stehen. Der Zeitaufwand für eine durchschnittliche Untersuchung von 30 - 45 Minuten kann ebenso wie die Unkostensumme von rund DM 45.- (ohne Blutgasanalyse) als tragbar bezeichnet werden.

6.2 Diskussion über eventuelle Schädigung oder Belastung für den Patienten bei

6.2.1 Lungenszintigrammen

Bei der Besprechung der Isotopen wurde das Prinzip der Lungenszintigraphie ausführlich behandelt. Die künstlich gesetzte " Mikroembolisation " bei ca. jeder 1000. Kapillare ist als absolut ungefährlich zu bezeichnen. Besondere Sorgfalt ist von Seiten des Herstellers der " Mikroemboli " auf die Durchmesser der Partikel zu legen, deren kritische Größe bei 250 µ liegt. (Bei unserem Hoechst-Präparat messen wir eine Größe von ungefähr 5 - 60 µ). Eine Schädigung des Patienten auf allergischer Ebene durch das Eiweiß als Trägersubstanz des Isotops ist bisher nicht nachgewiesen worden. Behauptungen von antigenen Eigenschaften sowie von der Erzeugung von Antikörpern müssen ebenfalls zurückgewiesen werden. Auch von Seiten des J-131 sind bisher keinerlei Komplikationen durch antigenen Charakter auf-

getreten. Die Strahlenbelastung sei hier bei diesen Überlegungen nochmals besonders betont, da diese von vielen Medizinern zum großen Teil fälschlicherweise als Kontraindikation angesehen wird. Eine intravenöse Applikation von z.B. 300 µCi von J-131-MAA belastet die Lunge mit ca. 2 rad, die Gonaden etwa mit 0,1 - 0,4 rad und den ganzen Körper mit 0,01 - 0,1 rad. Der Unterschied zwischen physikalischer und effektiver Halbwertszeit ist hierbei bereits berücksichtigt. Unsere Dosierung von ca. 100 µCi ist hinsichtlich der Strahlung mit einer normalen Röntgenaufnahme zu vergleichen. Bei einzelnen Ausnahmen (wie z.B. schwangere Patientinnen) sollte die Untersuchungsmethode einer besonders strengen Indikation unterliegen. Abschließend können wir wie auch andere Autoren (K r ü g e r, E r n s t) (14) die Durchführung eines Lungenszintigramms als ungefährlich und genetisch als praktisch unschädlich ansehen.

6.2.2 Lungenfunktionsprüfungen

Bezugnehmend auf den Abschnitt 2.2.1.5 (S. 27) stellen wir fest, daß für eine Untersuchung der Lungenfunktion aktive Mitarbeit von Seiten des Patienten notwendig ist (G. B u h r) (5). Inspiratorisches und exspiratorisches Reservevolumen, gewollte Hyperventilation oder der Tiffeneau-Test - um nur einige Beispiele anzuführen - können nur dann bestimmt und befundet werden, wenn der Patient bewußt mitarbeitet. Die Atemwiderstandsmessung ist dagegen vom Willen des Patienten völlig unabhängig. Falls eine Mitarbeit aus

klinischen Gründen nicht möglich ist, muß die Untersuchung bis auf Blutgasanalysen entfallen. Besonders die Durchführung der Ergospirographie ist von dem klinischen Zustand des Patienten abhängig. Auf die Möglichkeit der subjektiven Beeinflussung der Ergebnisse von Seiten des Patienten sei nochmals hingewiesen. Eine besondere Belastung für den Patienten kann nicht festgestellt werden, da jede Untersuchung beendet oder zumindest unterbrochen wird, sowie der Patient Beschwerden oder Komplikationserscheinungen (z.B. bei Hyperventilation) angibt. Von einer Schädigung des Patienten kann in keiner Form gesprochen werden.

6.3 Diskussion der Untersuchungsergebnisse

6.3.1 Diskussion des Vergleiches der pathologischen Grade (0 - 4) zwischen Szintigramm und LFP

Bei diesem Vergleich werden alle zur Verfügung stehenden Ergebnisse hinsichtlich der pathologischen Grade einander gegenübergestellt. 160 Befundkombinationen wurden entsprechend ihrer Abweichung oder Übereinstimmung in sieben Gruppen zusammengefaßt, die in der Graphik Nr. 1, Abschnitt 5.1.1, wiedergegeben sind, Wie aus der Säulengraphik gut zu ersehen ist, erbringen die Szintigramme stärker pathologische Befunde, so daß die Gruppen mit einer Abweichung von + 1 und + 2 deutlich dominieren; die Prozentangaben von 30 % und 29,4 % bei 160 Patienten unterstreichen dieses Bild. Relativ hohe Gruppenzahlen bei den Abweichungsgraden von + 3 (nämlich 28 = 17,5 %) und + 4 (nämlich 7 = 4,3 %)

tragen zu der Verschiebung in Richtung Lungenszintigramm weiter bei. Die Vergleichsergebnisse, bei denen die LFP den stärkeren pathologischen Grad anzeigt, fallen statistisch kaum ins Gewicht. Wir finden ein derartiges Übergewicht bei nur 5 (3 %) bzw. bei 1 (0,6 %) Patienten. Die Abweichung des pathologischen Grades von Szintigramm gegenüber LFP beträgt hierbei - 1 bzw. - 2. Bei nur 24 Patienten ergab sich eine Befundübereinstimmung (15 %). Die einzelnen Korrelationsmöglichkeiten sind in der Tabelle Nr. 5 aufgezeichnet. Hier finden wir die Häufigkeit jeweiliger Befundkombinationen, wobei besonders auffallend sind: 2:0 = 17 mal, 2:1 = 19 mal, 3:0 = 16 mal, 3:1 = 18 mal. Die im Abschnitt 5.1.3 (S. 35) dargestellte Punktwolkengraphik veranschaulicht die Befundverlagerung zu der szintigraphischen Untersuchung sehr deutlich. Jeder Punkt stellt die Befundkorrelation eines Patienten dar. Dieses Überwiegen der pathologischen Grade bei den Szintigrammen ist wohl dadurch zu begründen, daß pathologische Lungenveränderungen - ohne Rücksichtnahme auf die klinische Diagnose - im Szintigramm früher und deutlicher zum Ausdruck kommen. Ein weiterer Grund für das Überwiegen der pathologischen Grade der Szintigramme ist in der Möglichkeit der Kompensation der Lunge zu suchen. Relativ kleine pathologische Befunde, die im Szintigramm zu sehen und zu beurteilen sind, kommen bei der LFP infolge großer Streubreite der Normwerte nicht zum Ausdruck. Die oben erwähnten Kombinationen 2:0, 2:1, 3:0, 3:1

unterstreichen diese Theorie.

6.3.2 Diskussion des Vergleiches zwischen pathologischem Grad der LFP und dem Faktor ß des Szintigramms

Im Prinzip gleicht diese Gegenüberstellung der des Abschnittes 6.3.1. Wir vergleichen an Stelle des pathologischen Grades des Szintigrammes den Faktor ß des Szintigramms mit dem pathologischen Grad der LFP. ß bedeutet das Produkt aus pathologischem Grad (Intensität) und räumlichem Ausmaß der Veränderungen. Genauere Angaben sind im Abschnitt 5.2 angegeben. Auch bei diesem Vergleich von 151 Patienten finden wir stärker pathologische Ergebnisse bei den szintigraphischen Untersuchungen. Wie in dem Säulendiagramm (Graphik Nr. 3) zu sehen ist, dominiert die Abweichungsgruppe + 1 (nämlich: 47 = 31 %). Demgegenüber fällt die Gruppe mit dem Abweichungsgrad - 1 (hier zeigt die LFP den stärker pathol. Wert an) deutlich ab, nämlich: 27 = 17,8 %. Die Gruppen + 2 und - 2 sind etwa gleich häufig vertreten, nämlich 16 bzw. 14 mal. Bei 42 Patienten (= 28 %) finden wir eine Übereinstimmung der Befundergebnisse. Die Gruppen + 3 und - 3 fallen für die Statistik kaum ins Gewicht. Die Punktwolkengraphik in Abschnitt 5.2.3 (Graphik Nr. 4) zeigt sehr anschaulich, in welch geringem Ausmaß der Faktor ß des Szintigramms den pathologischen Grad der LFP übertrifft. Das vorhandene Übergewicht ist fast allein der Befundgruppe I : 0 (nämlich: 23 Patienten) zuzuschreiben. Die übrige Graphik macht optisch einen recht ausgeglichen-

nen Eindruck; 3 : I (LFP) überwiegt sogar deutlich gegenüber III : 1. Aus diesem Bild sowie aus den einzelnen Korrelationsergebnissen kommen wir zu dem Schluß, daß eine Befundeinteilung nach dem Faktor ß als Produkt der räumlichen und pathologischen Veränderungen der der LFP nach rein pathologischem Grad ziemlich nahe kommt. Ein besonders wertvoller Punkt der Szintigraphie - die ziemlich exakte Lokalisierung von pathologischen Veränderungen - geht bei der Beurteilung nach dem Faktor ß durch Einbeziehung der räumlichen Verhältnisse weitgehend verloren. Bei diesem Vergleich läßt sich demnach kein effektiver Unterschied in der Aussagekraft feststellen.

6.3.3 Diskussion des Einzelvergleiches für die pathologischen Grade der Gruppe: Spezifische Prozesse zwischen Lungenszintigramm und LFP

Die Einzeldiagnosen, die zu der Gruppe " Spezifische Prozesse " zusammengefaßt wurden, sind bereits in Abschnitt 3.2.1 (S. 29) erwähnt. Es stehen die Befunde von 45 Patienten zum Vergleich. Das in Abschnitt 5.3.1 (S. 40) dargestellte Säulendiagramm (Graphik Nr. 5) bietet einen genauen Überblick, welche Untersuchungsmethode das stärker pathologische Ergebnis mit sich bringt, nämlich das Szintigramm. Bei der Gegenüberstellung der Befunde fallen mehr als die Hälfte in die Gruppen mit einer Abweichung + 1 und + 2; es sind dies 12 (= 26 %) und 14 (= 30 %) Patienten. Sogar die Gruppe + 3 übertrifft an Zahl noch die Gruppe der Übereinstimmung, 10 (21,2 %) gegenüber 7 (14,8 %) Patien-

ten; ein Überwiegen der Lungenfunktionsbefunde ist nur in 6 % (= 3 Patienten) in der Gruppe - 1 der Fall. Zusammenfassend läßt sich feststellen, daß die Untersuchungen der 47 Patienten der Gruppe " Spezifische Prozesse " im Szintigramm eine ganz erheblich stärker pathologische Einstufung ergeben als bei der LFP. Nach M i c h a i l o v und Mitarbeiter (18), der speziell das Krankheitsbild Silikose bespricht, " zeigt sich bei dem Vergleich zwischen Szintigramm und Spirometrie eine gute Übereinstimmung. Bei der Silikose kommt der Lungenszintigraphie die Bedeutung eines Funktionstestes zu; sie ist bei der Beurteilung der Arbeitsfähigkeit der Patienten, der Wahl und der Verfolgung der Therapie von Vorteil ". Hierbei soll noch erwähnt werden, daß bei der Geschlechtsverteilung die männlichen Patienten mit 33 gegenüber 14 weiblichen deutlich dominieren. Dies entspricht ca. 70 % gegenüber 30 %. Bei den einzelnen Korrelationsmöglichkeiten der Tabelle Nr. 7 sind die zahlenmäßig starken Gruppen wie 4:1 6 mal, 3:1 7 mal und 4:2 6 mal besonders auffallend.

6.3.4 Diskussion des Einzelvergleiches für die pathologischen Grade der Gruppe: Bronchialcarcinom u.a. Tu. zwischen Szintigramm und LFP

Von insgesamt 178 Patienten stehen leider nur von 9 Patienten der Gruppe " Bronchialcarcinom u.a. Tu. " Untersuchungsbefunde zur Verfügung. Infolge dieser kleinen Anzahl von Ergebnissen muß die statistische Aussagekraft vorsichtig beurteilt werden. Allein auf-

fallend ist jedoch, daß sich bei 8 von 9 Patienten im Szintigramm ein stärker pathologischer Befund niederschlägt als bei der LFP (Tabelle Nr. 8). Das Ausmaß desselben ist wegen der geringen Patientenzahl von geringerer Bedeutung. Nur bei einem Patienten überwiegt der Befund der LFP, nämlich 1 mal - 1. Bei der Geschlechtsverteilung interessiert noch das ausgeglichene Verhältnis: Männer gegenüber Frauen = 5:4. Dieses Gesamtergebnis entspricht eigentlich den Erwartungen, da zum Beispiel ein pflaumengroßer Tumor im Szintigramm ohne weiteres eine deutliche Impulsverminderung durch Gefäßkompression verursachen kann und damit in die pathologische Stufe ++ oder +++ fällt. Bei der Lungenfunktionsprüfung wird dieser Ausfall jedoch meist nicht erfaßt, da die physiologische Streubreite der Befunde relativ groß ist. Ferner verhält sich nach physikalischen Grundgesetzen das Durchflußvolumen eines Gefäßes praktisch proportional der vierten Potenz des Radius. Außer des Kompressionsfaktors wird der Speicherungsausfall bei Tumoren auch auf eine zweite Ursache zurückgeführt. M a l l a r d (17) verwendet den Begriff " alveo - vasculärer Reflex ". Hierbei wird erniedrigte Lungendurchblutung auf die Erhöhung des Gefäßtwiderstandes durch Sinken des alveolaren Sauerstoffpartialdruckes zurückgeführt.

6.3.5 Diskussion des Einzelvergleiches für die pathologischen Grade der Gruppe: Lungenembolien zwischen Lungenszintigramm und LFP

Die klinische Diagnose " Lungenembolien " ist im Rahmen der verschiedenen Lungenerkrankungen so speziell gefaßt, daß trotz einer relativen Häufigkeit bei nur 13 Patienten von 178 die entsprechenden Befundergebnisse zum Vergleich anstehen. Bei der Bewertung der statistischen Aussagen muß die geringe Patientenzahl N = 13 berücksichtigt werden. Die Verschiebung der diagnostischen Aussagekraft in Richtung Szintigramm ist jedoch auch bei der geringen Anzahl von Fällen deutlich zu sehen. Das Säulendiagramm (Graphik Nr. 7) zeigt, daß mit Ausnahme von zwei Patienten, bei denen die pathologischen Grade ausgeglichen sind, das Szintigramm immer den stärker pathologischen Wert angibt (von + 1 bis + 4). Trotz der geringen Anzahl von Befunden interessiert noch die Geschlechtsverteilung; 3 männliche stehen 10 weiblichen Patienten gegenüber. Diese Ergebnisse legen die Vermutung nahe, daß bei Lungenembolien das Szintigramm besonders deutlich bzw. früh den Schluß für diese Diagnose zuläßt. Bei seinen Vergleichsversuchen mit künstlich gesetzten Embolien kommt J.L. Q u i n n (21) zu der Ansicht, daß eine Lungenembolie nur durch Angiographie, Szintigraphie sowie durch Bestimmung des physiologischen Totraumes direkt diagnostiziert werden kann. Letztere Untersuchung jedoch gehört nicht zur routinemäßigen Lungenfunktionsprüfung. Die Vorzüge der schnellen und einfachen Durchführung eines Szintigrammes kommen hier deutlich zum Ausdruck.

6.3.6 Diskussion des Einzelvergleiches für die pathologischen Grade der Gruppe: Cor pulmonale, pulmonaler Hochdruck, Herzvitien zwischen Lungenszintigramm und LFP

In diese Gruppe von Lungenerkrankungen fallen eine größere Anzahl von Einzeldiagnosen (S. 30). In erster Linie liegen jedoch Cor pulmonale und pulmonaler Hochdruck vor. Aus dem Säulendiagramm (Graphik Nr. 8) entnehmen wir auch bei dieser vierten und letzten Gruppe, daß die szintigraphische Untersuchung die stärker pathologische Aussage mit sich bringt. Von 32 untersuchten Patienten find wir bei nur vier eine Befundübereinstimmung. Dabei fallen die ausschließlich hohen pathologischen Werte 3:3 und 4:4 auf. Bei den übrigen 28 Ergebnissen stellen wir ein Übergewicht des Szinitgramms von + 1 bis + 4 fest. Hier liegt das Schwergewicht auf den Gruppen + 1 (13 mal) und + 2 (12 mal). In der Geschlechtsverteilung ergab sich ein Verhältnis: Männer gegenüber Frauen wie 19 zu 13. Bei den Patienten dieses Kapitels befindet sich das pathologische Geschehen vor allem im Herzen und erst in zweiter Linie in der Lunge. Auf die Gründe für den Grad und für das Ausmaß der Partikelfixationsstörungen sei in dieser Arbeit nicht näher eingegangen. Diese sind zum Teil sehr ausführlich in den Arbeiten von F. D o e r r, U. S t o r c k und Mitarbeiter (9) behandelt. Uns interessiert vorwiegend die stärkere Aussagekraft des Szintigramms gegenüber der LFP bei einer Gruppe von Patienten, bei

denen ein pathologisches Lungenbild auf eine Cardiopathie zurückzuführen ist.

6.3.7 Diskussion des Vergleiches zweier unabhängiger Durchschnitte

Für die auf Seite 47 aufgeführten zwölf Differenzpaare kommen wir mit Hilfe der Statistischen Rechenblätter nach H e i t e zu folgenden Schlußurteilen. Bei elf Gegenüberstellungen finden wir ein größeres tabuliertes als errechnetes F ; die Irrtumswahrscheinlichkeit beträgt dabei jeweils 5 %. Nur in einem Fall - bei dem Vergleich: Bronchialcarcinom u.a. Tumoren gegenüber Cor pulmonale, pulmonaler Hochdruck und Herzvitien - steht bei 5 % I.W. ein errechnetes F von 2,77 dem tabulierten von 2,24 gegenüber. Ein F_{tab} von 3,13 entspricht einer I.W. von 1 %. In diesem Fall ist als Schlußurteil das Ergebnis bedingt zu verwerten, da die Varianzen signifikant verschieden sind. In den elf anderen Vergleichen ist keine Entscheidung zu treffen; die Null-Hypothese kann nicht verworfen werden. Die Ergebnisse des t - Testes sollen noch kurz zusammengefaßt werden. Einmal - nämlich bei dem Vergleich: Spez. Prozesse gegenüber Embolien - erhielten wir ein t_{tab} von 1,30 bei 20 % Irrtumswahrscheinlichkeit. Die anderen Werte bringen eine I.W. von 40 % bis 99,5 % mit sich.

7 Schlußfolgerungen der Diskussionen

7.1 Schlußfolgerung aus den beiden diagnoseunabhängigen Vergleichen (5.1 und 5.2)

Bei dem ersten Vergleich (5.1) der jeweiligen pathologischen Grade dominiert deutlich das Szintigramm. Fast 60 % fallen in die Gruppen + 1 und + 2; bei nur sechs Patienten zeigt die LFP einen stärkeren pathologischen Grad an. Demgegenüber sind die Befunde bei dem Vergleich zwischen dem Faktor ß des Szintigramms und der LFP (5.2) wesentlich ausgeglichener. Mäßig überwiegt das Szintigramm mit der Gruppe + 1 (47 Fälle) gegenüber - 1 (27 Fälle); bei den jeweiligen anderen Gruppen bestehen kaum Differenzen. Der geringfügige Zahlenunterschied bei den Untersuchungen (160 : 151) ist bei einer Gesamtzahl von mehr als 150 bedeutungslos. Wir schließen daraus, daß bei dem reinen Vergleich der pathologischen Grade das Lungenszintigramm den eindeutig stärker pathologischen Befund erbringt. Wenn jedoch bei der Bewertung der pathologischen Situation die räumlichen Aspekte mitbefundet werden, so sind die Ergebnisse beider Untersuchungen statistisch annähernd ausgeglichen. Der Hauptgrund liegt darin, daß bei der LFP eine Lokalisierung des pathologischen Geschehens nicht möglich ist und der Grad einer natürlichen Kompensation nicht erfaßt werden kann.

7.2 Schlußfolgerung aus den Einzelvergleichen von vier Gruppen von Lungenerkrankungen

Es stehen diese vier Gruppen - Spez. Prozesse, BC und

andere Tumoren, Embolien sowie Cor pulm., pulm. Hochdruck und Vitien - einander gegenüber. Daraus läßt sich die Frage nach dem Wert und nach der Aussagekraft der beiden Untersuchungsmethoden recht gut beantworten. Der Quotient aus den Summen der pathologischen Grade von Szintigramm und LFP ist aus den Korrelationstabellen leicht zu errechnen. Wenn wir nun für die vier Gruppen von Erkrankungen die vier Quotienten betrachten, kommen wir zu folgendem Ergebnis: Bei allen vier Vergleichen zeigt das Lungenszintigramm den stärker pathologischen Grad an; die Quotienten betragen im einzelnen: Spezifische Prozesse: 1,89 , BC u.a. Tumoren: 2,1 , Lungenembolien: 3,0 , Cor p.,p. Hochdr. 2,06. Die Gruppe " Spez. Proz. " bringt also die geringste, die Gruppe " Embolien " die größte Differenz bei der pathologischen Graduierung mit sich. Die Einreihung der Gruppen BC u.a. Tu. sowie Embolien ist unter dem besonderen Aspekt zu beurteilen, daß die Patientenzahlen mit N = 9 bzw. N = 13 sehr klein sind.
Von weiterem Interesse ist der Gesamtüberblick über die Geschlechtsverteilung; es ergab sich: Männer : Frauen

Spezifische Prozesse:	33	:	14
Bronchialcarcinom u.a. Tu.	5	:	4
Lungenembolien:	3	:	10
Cor pulm., pulm. Hochdr.:	19	:	13

Tabelle Nr. 14
Hier sticht vor allem bei den Embolien das starke Übergewicht des weiblichen Geschlechts hervor.

7.3 Schlußfolgerung aus dem Vergleich zweier unabhängiger Durchschnitte

Durch den F - Test erhalten wir Aussagen betreffs der Varianzen. Wie bereits in Abschnitt 6.3.7 erwähnt, erhalten wir nur bei dem Vergleich BC u.a. Tumoren: Cor pulm., pulm. Hochdruck und Herzvitien ein Ergebnis, bei dem die Varianzen signifikant verschieden sind. Ist nämlich der Prüfquotient aus den Varianzen (immer größere durch die kleinere diff.) kleiner als die Signifikanzschranke F, so darf folgendes angenommen werden: " An Hand der vorliegenden Stichprobe läßt sich (mit der verwendeten Signifikanzwahrscheinlichkeit) ein Unterschied (statistisch) nicht sichern " (8). Erreicht oder übersteigt der Prüfquotient die Signifikanzschranke F, dann gilt $\sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$. (Die Quadratwurzel der Varianz nennt man die Standardabweichung σ). Die Ergebnisse des t- Testes liegen für uns mit einer minimalen I.W. von 20 % außerhalb verwertbarer Bereiche.

8 Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit vergleicht die beiden Untersuchungsmöglichkeiten: Lungenszintigramm und Lungenfunktionsprüfung, sowohl allgemein als auch bei vier Gruppen von Lungenerkrankungen. In den ersten Kapiteln werden vorwiegend die Methodik mit den Apparaten und Untersuchungstechniken besprochen. Weiter wird das Patientenkollektiv und die Gruppenteinteilung auf Grund klinischer Diagnosen beschrieben. Der pathologischen Stufeneinteilung der Untersuchungsbefunde folgen die reinen Untersuchungsergebnisse, die in der anschließenden Diskussion erörtert und beurteilt werden.

Als Hauptergebnis ergibt sich, daß das Lungenszintigramm gegenüber der Lungenfunktionsprüfung stärker pathologische Ergebnisse erbringt, wobei die Befunddifferenz kleiner wird, wenn beim Szintigramm der räumliche Aspekt mitbewertet wird. Bei den Einzelvergleichen der vier Gruppen von Lungenerkrankungen überwiegt jedesmal mehr oder weniger stark die pathologische Aussage des Szintigramms. Wir stellen mit der größten Befunddifferenz beginnend folgende Reihe fest:

Lungenembolien, Bronchialcarcinom und andere Tumoren, Cor pul., pul. Hochdruck, Vitien und spez. Prozesse.

Auffallend ist ferner noch in der Gruppe " Embolien " ein Übergewicht der Frauen von 10 : 3 gegenüber Männern. Bei allen anderen Vergleichen überwiegt die Zahl der männlichen Patienten. Bei dem Vergleich zweier unabhängiger Durchschnitte ergibt nur die Gegenüberstellung

BC u.a. Tumoren : Cor pulm. usw. ein bedingt verwertbares Ergebnis. Nur hier sind die Varianzen signifikant verschieden. Abschließend können wir feststellen, daß die Befunde der beiden Untersuchungsmethoden - Lungenszintigramm und Lungenfunktionsprüfung - sich im Vergleich der pathologischen Grade deutlich unterscheiden. Das Szintigramm zeigt insgesamt weit häufiger einen stärker pathologischen Wert an. Die Befunddifferenz ist kleiner, wenn bei der szintigraphischen Untersuchung räumliche Aspekte mitbefundet werden. Auf der anderen Seite finden wir bei dem Vergleich zweier unabhängiger Durchschnitte von zwölf Gegenüberstellungen nur einmal signifikant verschiedene Varianzen.

9 LITERATURNACHWEIS

1. Anthony A.J. Venrath H. — Funktionsprüfung der Atmung J.A. Barth-Verlag, Leipzig, 2.Aufl. 1962, S.134,252,351 ff

2. Bayer O. Loogen F. u.a. — Die Herzkatheterisierung bei angeborenen u. erworbenen Herzfehlern. G. Thieme-Verlag 1967 Seite 56 ff

3. Beier W. — Isotopen - Fibel für den Arzt G. Thieme-Verlag, Leipzig, 1958

4. Bender M.A. — Photoscanning Detection of Radioactive Tracers. Science 125 Washington, 1957, Seite 443

5. Buhr G. — Die Atemwiderstandsmessung in der ärztlichen Begutachtung Medizinische Klinik, Urban & Schwarzenb.-Verl., 53 Jahrgang Nr. 51, Seite 3 - 7

6. Comroe J.H. — Die Lunge, F.K. Schattauer-Verl. Stuttgart, 1964, S. 70-72,191 ff

7. Comroe J.H. — Physiologie der Atmung, F.K. Schattauer-Verlag, Stuttgart, 1968, Seite 291 - 297

8. Documenta GEIGY — Wissenschaftliche Tabellen, 6. Auflage, Basel 1960, Seite 40 - 41

9. Doerr F. Storck U. — Der kleine Kreislauf bei Mitralvitien im Lungenszintigramm Röfo 108, 1968, S. 285 - 295

10. Edgar L. — Lateral Lung Scanning, Anatomic and Physiologic Considerations. The American Journal of Roentgenology, Radium Therapy and Nuclear Medicine. Vol. 99 Nr. 3 1967, Seite 533 ff

11. Emrich D. — Nuklearmedizin Funktionsdiagnostik, Georg Thieme-Verlag, Stuttgart, 1971, S. 214 - 234

12. Graul E.H. Kuni H. — Einführung in die Diagnostik der Nuklearmedizin, Hoechst, Marburg/Lahn, 1966, Seite 3 -29

13. Holldack K. — Lehrbuch der Auskultation und Perkussion, G. Thieme - Verlag, Stuttgart, 1967, S. 38 - 57

14. Krüger J. Ernst H. — Die Lungenszintigraphie, Deutscher Röntgenkongress, Baden-Baden, 1967, Hoechst, S. 3 - 31

15. Mallard J.R. British Journal of Radio Nr. 32, 1959

16. Mallard J.R. Proceedings of the Third International Conference on Medical Electronics. Part. 3: Equipment, Techniques and Safety. London, 1960

17. Mallard J.R. Medical Radioisotope Scanning Athens 20. - 24. April 1964

18. Michailov V.
Mitrov G.
Todorov G.
Vaskov L. Möglichkeiten der Lungenszintigraphie bei der Silikose, Rad. biol. ther. 10/4, 1969 Seite 529 - 532

19. Müller J.H. Versuch der Applikation radiogoldmarkierter Holzkohlepartikel einer normierten Größe zu therapeutischen Zwecken über einen Herzkatheter in die Lungenarterien. Experientia, Basel, 1947, Seite 75 ff

20. Oeser H. Atlas der Szintigraphie, Berlin, 1969, Walter de Gruyter

21. Quinn J.L. Lung Scintiscanning. Using Aggregates of Iodinates Human Serum Albumin

22. Schlungbaum W. Die Lungenszintigraphie, Beitr. Klinik u. Erforschg. d. Tuberkul. u.d. Lungenkrankh., Band 140, Springer-Verlag, Berlin, 1969, Seite 197 - 217

23. Schneider M. Physiologie des Menschen, Springer-Verlag, Berlin, 1966, S. 190

24. Secker W. Scintillation Scanning of Lungs in Preoperative Assessment of Carcinoma of Bronchus, Brit.Med. J., Vol. 3, 1969, S. 327 - 330

25. Taplin J. Colloid Radio - Albumin Aggregates for organ scanning. J. med. Nr. 5, 1964, Seite 259

26. Thomae K. Lungenfunktionsprüfungen, Chem.-Pharm. Fabrik, Biberach an der Riss, 1966, Seite 7 - 30, 41, 42, 43, 115

27. Wagner H.N.
Tow D. Diagnosis of Massive Pulmonary Embolis in Man by Radioisotope Scanning. In J.L. Quinn's Scintillation. In Clinical Medicine. Philadelphia, 1964, Seite 125

L e b e n s l a u f

Am 29.7.1943 wurde ich als Sohn von Herrn Dr. med. Karlheinz Engels und seiner Ehefrau Gertraud, geb. Bruggey, in Göggingen bei Augsburg geboren.
Vom Herbst 1949 besuchte ich die Volksschule Maria-Stern in Göggingen. Die Klassen eins bis fünf absolvierte ich am Humanistischen Gymnasium St. Stephan in Augsburg; die Reifeprüfung legte ich am Nymphenburger Gymnasium in München ab.
Vom Militärdienst wurde ich freigestellt, da ich der einzige Sohn meines in Rußland gefallenen Vaters bin.
Im Wintersemester 1964/65 begann ich mit dem Studium der Medizien an der Universität München. Nach der naturwissenschaftlichen und Ärztlichen Vorprüfung beendete ich auch dort das Medizienstudium im Herbst 1970 mit dem Staatsexamen. Von Januar bis August 1971 war ich an der I. Medizinischen Klinik in München als Medizinalassistent tätig.
Im Sommer 1968 begann ich mit den Untersuchungen für die vorliegende Dissertation.